U d'/of OTTAWA
39003007095085

A gift of
Associated
Medical Services Inc.
and the
Hannah Institute
for the
History of Medicine

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
University of Ottawa

http://www.archive.org/details/connaistoitoim00figu

déménagement 1946
tante Berthe

Rouy

CONNAIS-TOI

TOI-MÊME

NOTIONS DE PHYSIOLOGIE

21 235. — PARIS, TYPOGRAPHIE LAHURE
Rue de Fleurus, 9

CONNAIS-TOI

TOI-MÊME

NOTIONS DE PHYSIOLOGIE

A L'USAGE

DE LA JEUNESSE ET DES GENS DU MONDE

PAR

LOUIS FIGUIER

DOCTEUR EN MÉDECINE

OUVRAGE ILLUSTRÉ

PAR C. GILBERT, L. MASSARD, KARMANSKI ET LÉVEILLÉ

DE 25 GRANDES GRAVURES, DE 26 PORTRAITS

DE 115 FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE

Et d'une chromolithographie

Universitas
BIBLIOTHECA
ttaviensis

PARIS

LIBRAIRIE HACHETTE ET CIE

79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1879

Droits de propriété et de traduction réservés

539960

QP
34
.F5
1879

AVANT-PROPOS

Le nombre et la diversité de connaissances que réunit aujourd'hui celui qui a reçu une éducation libérale, comme un avocat, un ingénieur, un administrateur, un professeur, un officier de terre ou de mer, un homme de lettres, un employé supérieur, un financier, un commerçant, etc., est vraiment extraordinaire. S'il n'a pas oublié ce qu'on lui a enseigné, il connaît l'ordonnance générale de l'univers, et il peut désigner par leurs noms les planètes qui tracent leur orbite dans la profondeur des cieux. Comme il a étudié les sciences naturelles, on lui a montré les types de toutes les espèces d'animaux, depuis le simple polype, qui étend ses longs bras au sein des eaux dormantes, jusqu'aux êtres perfectionnés qui occupent les degrés les plus élevés de l'échelle zoologique. Il connaît les familles des plantes qui couvrent la surface du globe, depuis l'algue et la mousse, rudiments de l'organisation végétale, jusqu'au chêne superbe orgueil de nos forêts. La terre n'a pas de secrets pour lui, car il a été initié à la dénomination des roches qui la composent et des minerais divers qui forment sa substance. L'air que nous respirons, l'eau qui couvre les trois quarts de notre globe, il sait leur composition, leurs propriétés, leurs qualités diverses. Pas un coin du globe, habité ou non habité, dont la géographie ne lui soit familière. Les livres, les cours des lycées et des Facultés lui ont révélé l'histoire exacte des actions sociales, guerrières et politiques du genre humain, depuis l'origine

des sociétés jusqu'à nos jours. Il est versé dans l'histoire ancienne, aussi bien que dans l'histoire moderne ; et s'il n'est étranger à rien de ce qui concerne les arts, la philosophie, les guerres et les conquêtes des anciens peuples de l'Asie, de la Grèce et de Rome, il est également au courant des évènements qui remplissent les annales historiques des temps modernes.

Et non-seulement il sait tout ce qui se passe et tout ce qui s'est passé sur notre globe, non-seulement il connaît la composition du sol de notre planète, mais, par un miracle de la science contemporaine, il peut dire quels sont les corps, solides et gazeux, qui composent les astres qui gravitent à des milliards de lieues de la terre. Il sait qu'il y a dans le soleil de l'oxygène et de l'hydrogène, et que l'on trouve du fer, de la magnésie, de la chaux dans Mars, dans Vénus ou Jupiter. Il peut répondre, en un mot, de ce qui existe dans des astres qui circulent à des milliards de lieues de nous.

Il n'y a qu'une seule chose qu'il ne connaisse pas.

C'est lui-même.

Ce rival de Pic de la Mirandole, qui raisonnait *de omni re scibili*, est incapable de dire ce qui compose son doigt, ce que renferme sa tête ou sa poitrine. Si on lui demande comment il respire, comment il digère, pourquoi son cœur bat, comment il perçoit une sensation, il reste court, ou dit des énormités. Il prend sa poitrine pour son estomac. S'il est affligé d'une inflammation des fosses nasales, il accuse un « rhume de cerveau ». Il appelle « nerfs » les tendons. D'une personne affectée d'une maladie de l'estomac, il dit « qu'elle a le *pylore* », et s'il est essoufflé, pour avoir trop couru, il dit « qu'il a la rate ».

Cette bizarre contradiction dans l'éducation publique est d'ailleurs de date fort ancienne.

L'antiquité grecque avait posé, par l'organe du plus illustre de ses penseurs, le principe de se connaître soi-même. Γνῶτι σεαυτόν (*connais-toi toi-même*), avait dit Platon. Malheureusement, les fortes têtes de la Grèce, qui ne s'inquiétaient que d'idées spécula-

tives, réduisaient l'homme à son élément intellectuel, et fermaient volontairement les yeux sur son organisation physique. La philosophie grecque composa la plus admirable et la plus profonde analyse de l'homme moral ; mais elle abandonna, de parti pris, ce qui concerne la structure et le mécanisme du corps humain à quelques observateurs obscurs, appartenant à une profession spéciale, c'est-à-dire aux chirurgiens des gymnases et aux médecins des carrefours.

La philosophie de tous les peuples modernes est la continuation pure et simple de celle qui fut fondée, sous les cieux d'Athènes, quatre cents ans avant Jésus-Christ. C'est pour cela que depuis Socrate et Platon on a continué, à travers l'époque romaine, à travers le Moyen âge et jusqu'aux temps modernes, à ne considérer dans l'homme que le côté intellectuel et moral, c'est-à-dire à ne se préoccuper que de ce qui ne se voit pas en nous, et à négliger ce qui se voit. Le γνῶτι σεαυτόν a été compris dans le sens de connaître seulement les facultés de l'âme humaine ; et, comme au temps de Platon, on laisse aux seuls chirurgiens et médecins l'étude de l'homme physique.

Il m'est souvent arrivé de me prendre la tête à deux mains, et de me demander, avec la plus forte contention d'esprit dont je sois capable, pourquoi la sagesse des nations a décrété que l'étude de la structure de l'homme serait interdite au public, alors que l'on pousse, par tous les moyens possibles, à l'étude de la nature et des sciences en général ; pourquoi la connaissance des animaux est officiellement recommandée, celle des plantes hautement préconisée, pourquoi, en un mot, l'étude de la nature entière est reconnue de bon aloi, à la condition d'en excepter l'homme, considéré au point de vue anatomique et physiologique.

Je n'ai jamais pu trouver de réponse satisfaisante à la question ainsi posée.

On a dit que l'homme du monde ou le jeune élève, lorsqu'ils ont l'imprudence d'ouvrir des livres de médecine, y prennent les plus fausses notions, et qu'appliquant à eux-mêmes l'objet de

leurs lectures, ils s'imaginent éprouver toutes les maladies dont ils lisent la description. D'abord, le fait est très-contestable. Quand j'étais élève en médecine, je ne m'imaginais nullement être tuberculeux parce que je voyais des phthisiques dans une salle d'hôpital, ou hydropique parce que j'avais sous les yeux un cas d'hydropisie; et j'ajoute que je n'ai jamais remarqué pareille erreur de jugement chez aucun de mes camarades. Toutefois il ne s'agit pas ici de médecine. Il est question de l'homme considéré dans l'accomplissement de ses fonctions physiologiques, de l'homme très-bien portant. Il s'agit de savoir s'il est raisonnable d'interdire aux personnes instruites la connaissance d'elles-mêmes; et alors qu'on leur recommande l'étude des sciences les plus variées, de proscrire le plus léger coup d'œil jeté sur leur propre organisation.

A ce point de vue, il nous semble que poser la question, c'est la résoudre, ou, pour mieux dire, que la règle consacrée, la coutume existante, est le comble de l'absurdité. Vous me fatiguez la tête à étudier la géographie des lieux les plus lointains, et qui me sont quelquefois fort indifférents, et vous m'interdisez la physiologie humaine, cette géographie intime et personnelle, qui me serait bien plus utile! Vous voulez que je m'intéresse à l'étude de la nature entière, et que je me désintéresse de l'étude de moi-même! Vous voulez que je m'inquiète de ce qui se passe dans la lune, et que je reste indifférent à ce qui se passe dans ma poitrine!

Quels inconvénients, quels dangers pourrait donc offrir la vulgarisation des notions de physiologie humaine? J'avoue n'en apercevoir aucun. En revanche, l'utilité générale de ce genre de notions est d'une évidence à frapper tous les yeux.

Si vous aviez des notions exactes sur les divers organes de votre corps et sur leur mode normal de fonctionnement, vous sauriez toujours vous rendre compte de leur bon état, des dangers qui peuvent les menacer, ou des altérations qu'ils ont subies. Quand on connaît le mécanisme de la digestion, de la

respiration, de la circulation du sang, de l'innervation, on est renseigné, par cela même, sur la manière de surveiller, de diriger l'accomplissement de ces fonctions. La physiologie est le guide naturel et obligé de l'hygiène. Pour prévenir les dérangements d'un appareil mécanique, ne faut-il pas commencer par connaître les rouages de cet appareil?

Si vous êtes souffrant, les notions de physiologie vous seront de la plus grande utilité, en ce sens que vous donnerez au médecin des indications nettes, certaines, qui l'éclaireront tout de suite, l'empêcheront de faire fausse route, et faciliteront singulièrement l'*interrogation du malade*, cet élément essentiel du diagnostic. Vous répondrez mieux à ses questions sur le point qui est le siège de la douleur, et sur les sensations que vous éprouvez; vous comprendrez mieux ses recommandations, ses explications, ses réponses aux questions que vous lui adressez vous-même, réponses que l'homme de l'art proportionne au degré de savoir qu'il reconnaît chez son malade.

Secourir son semblable est une des grandes satisfactions du cœur. Quelques notions de physiologie pourront vous être fort utiles dans ce cas.

Une personne tombe devant vous, subitement privée de la parole et du sentiment. Comment la secourir, si vous ne connaissez rien en physiologie?

Dans une circonstance pareille, le roi Louis-Philippe donna un exemple qu'il est bon d'enregistrer. Pendant un de ses voyages en Normandie , un de ses piqueurs, frappé d'une attaque d'apoplexie, tombe de cheval et reste étendu sur la route. Le roi, qui avait reçu, pendant sa jeunesse, écoulée en Suisse, une teinture de médecine et d'anatomie, est saisi de pitié pour le malheureux serviteur. Il s'improvise chirurgien. Avec une lancette, il ouvre la veine du bras de l'apoplectique, qui revient bientôt à la vie, pour remercier son bienfaiteur et son maître. Qui ne serait heureux de pouvoir imiter, dans un cas analogue, l'acte de touchante charité d'un roi de France?

Toute une catégorie de personnes, en ville et dans les hôpitaux, est préposée aux soins des malades : gardes-malades, infirmiers, sœurs d'hôpital, etc. Croyez-vous que leurs soins ne seraient pas plus efficaces, s'ils possédaient des notions d'anatomie et de physiologie? On a créé à Paris, en 1877, une *École de gardes-malades*, et l'on n'a pas manqué de faire à ces apprenties dans l'art de secourir son semblable des cours d'anatomie et de physiologie, en même temps que des cours de pansements et de petite chirurgie. Les saintes filles de Dieu qui, sous le nom de *Sœurs de charité*, de *Sœurs de Saint-Joseph*, de *Sœurs de Bon-Secours*, etc., accomplissent, par devoir religieux, les fonctions de gardes-malades, et consacrent si noblement leur vie à soulager et à consoler ceux qui souffrent, n'accompliraient-elles pas mieux encore leur mission chrétienne, si elles possédaient des principes sommaires de physiologie?

Votre jeune enfant est pris d'un mal subit, et comme il est hors d'état d'expliquer le siège et la nature de son mal, c'est à vous à le deviner, à chercher, en attendant l'arrivée du médecin, le point souffrant et la cause du mal. Comment pourrez-vous secourir votre cher petit malade, si vous ignorez absolument la structure et l'organisation du corps humain?

Si les mères connaissaient exactement le mécanisme des fonctions de la vie, et les ménagements que réclament les organes des enfants, toujours si délicats, elles prodigueraient à ces jeunes êtres des soins mieux raisonnés. Leur tendresse, pour être éclairée, n'en serait pas moins vive, et elle serait plus efficace. C'est dans l'enfance que se forme le tempérament; c'est alors que la vision prend les caractères, la force et la portée qu'elle conservera dans l'âge mûr, que les organes des sens et l'intelligence se modèlent pour le reste de la vie. C'est donc alors que les parents doivent surveiller avec vigilance la formation du tempérament, le développement de l'esprit et des sens. Une mère instruite fait les hommes sains et robustes.

Si les jeunes gens se rendaient bien compte des fonctions de l'économie vivante et des limites dans lesquelles il convient de renfermer l'exercice de ces fonctions, ils ne commettraient point ces abus de régime, ces excès de veille et de fatigues, ces mille infractions déplorables et ces légèretés que nous leur voyons commettre, qui détruisent leur constitution, et qui leur préparent souvent le sort le plus misérable dans le cours de leur vie entière.

Si les jeunes filles connaissaient le rôle immense que joue dans l'organisme le système nerveux, elles sauraient dominer leur impressionnabilité excessive. Par un exercice convenable du système musculaire, elles réussiraient à prévenir ces maux de nerfs qui, après avoir tourmenté leur jeunesse, seront le fléau de leur âge mûr. Ces jeunes filles seront d'ailleurs mères plus tard. N'est-il pas de la plus haute importance de les instruire de bonne heure, autant en ce qui les concerne pour le présent comme jeunes filles, que pour les devoirs qu'elles auront à remplir un jour comme mères?

Si les instituteurs étaient en possession de connaissances biologiques, ils sauraient convenablement faire alterner, chez leurs jeunes élèves, les soins et les exercices du corps avec la culture de l'esprit; ils proportionneraient à l'organisation de chaque enfant la dose relative d'exercice physique et de travail intellectuel.

Parents et instituteurs, c'est à vous de veiller sur l'éducation physique et morale de la jeunesse. Comment pourrez-vous le faire, si vous ignorez les éléments de la question ? Si, au contraire, vous êtes initiés au mécanisme du corps humain, vous pourrez procéder en toute confiance à cette œuvre salutaire, et le succès couronnera vos efforts. En dotant les jeunes garçons et les jeunes filles d'un tempérament robuste, vous ferez asseoir au foyer domestique la santé, la paix de l'âme, l'aisance et la moralité, sources de bonheur dans la vie.

Ces considérations auront, nous l'espérons, apporté dans l'es-

prit du lecteur la preuve suffisante de cette assertion, que la diffusion, la vulgarisation des notions de physiologie humaine, rendrait au public des services signalés. Reste seulement à savoir si l'on peut se flatter de présenter, avec quelque espoir de réussite, ce genre de connaissances à des lecteurs qui n'y sont aucunement préparés par des études antérieures. Ici vient donc naturellement l'exposé du plan de ce livre et du système que l'auteur a suivi pour essayer de rendre accessible à tout le monde les faits principaux de la physiologie humaine.

Pour écrire ces *Notions de physiologie à l'usage de la jeunesse et des gens du monde*, l'auteur s'est demandé quelles sont les fonctions de l'économie vivante qu'il importe le plus de connaître, et, après avoir arrêté la liste de ces fonctions, il s'est attaché à les décrire avec exactitude et clarté.

L'ouvrage que l'auteur présente au public désireux de se conformer au γνῶτι σεαυτόν, pris dans le sens moderne, se compose d'une série de chapitres, dont voici les titres :

I. — *Comment on digère.*

II. — *Comment s'opère la nutrition.*

III. — *Comment circule le sang.*

IV. — *Comment on respire.*

V. — *D'où vient la chaleur de notre corps ?*

VI. — *D'où vient la pensée ?*

VII. — *Quels sont les agents de la sensibilité?*

VIII. — *Quel est le mécanisme de la vue, de l'ouïe, du goût, de l'odorat, du tact?*

IX. — *Comment s'exécutent nos mouvements?*

X. — *Comment se produit la voix ?*

XI. — *Qu'est-ce que le sommeil?*

XII. — *Qu'est-ce que la mort ?*

L'illustration devait jouer un rôle important dans cet ouvrage. Il serait, en effet, impossible de suivre et de comprendre l'ex

posé des fonctions physiologiques du corps humain, si l'on n'avait sous les yeux la figure exacte des organes à l'intérieur desquels s'accomplissent ces fonctions. Nous avons confié à des dessinateurs spéciaux le soin de représenter ces organes, de manière à ne rien offrir à l'œil de désagréable, ni de choquant.

A ce premier et indispensable élément nous avons ajouté un certain nombre de compositions pittoresques représentant des scènes de l'histoire des grandes découvertes en physiologie.

Et comme il est toujours intéressant de connaître la physionomie des savants dont on lit les travaux et les découvertes, nous donnons, quand leur nom arrive dans nos récits, les portraits des plus illustres physiologistes des temps anciens et modernes.

Nous nous efforçons, dans cet ouvrage, de combattre les funestes principes du matérialisme, qui tend de plus en plus à envahir la science et la société. L'étude des merveilles du corps humain et du mécanisme de ses fonctions est, selon nous, le meilleur moyen de faire reconnaître et bénir la toute-puissance et la sagesse infinie du Créateur.

Cette pensée a été déjà exprimée par de grands écrivains, par des hommes d'une autorité considérable dans l'enseignement ou dans la philosophie.

Fénelon a établi que la perfection de nos organes révèle la perfection, bien autrement infinie, du Créateur.

Le chancelier d'Aguesseau recommandait à son fils l'étude de l'anatomie, comme devant, disait-il, plus sûrement qu'aucune autre science, le conduire à la science de Dieu.

Rollin, qu'il faut toujours citer lorsqu'il s'agit d'instruction et d'éducation, recommande, dans son *Traité des études*, non-seulement l'étude de la nature en général, mais celle de l'homme en particulier.

« Il est étonnant, dit Rollin, que l'homme, placé au milieu de la nature,

qui lui offre le plus grand spectacle qu'il soit possible d'imaginer, et environné, de tous côtés, d'une infinité de merveilles qui sont faites pour lui, ne songe presque jamais ni à considérer ces merveilles, si dignes de son attention et de sa curiosité, *ni à se considérer soi-même*. Il vit au milieu du monde dont il est le roi, comme un étranger pour qui tout ce qui s'y passe serait indifférent, et qui n'y prendrait aucun intérêt. »

Lorsque Bossuet fut chargé d'enseigner au Dauphin, fils de Louis XIV, l'histoire et la philosophie, il voulut commencer par lui faire connaître l'homme. Et c'est ainsi que fut écrit le célèbre traité *De la connaissance de Dieu et de soi-même*, dans lequel le grand évêque démontre si bien qu'étudier l'homme, c'est adorer Dieu.

Voici comment Bossuet résume une partie des idées développées dans cet ouvrage :

« Il fallait à l'âme un corps organique ; et Dieu lui en a fait un capable des mouvements les plus forts, aussi bien que des plus délicats et des plus industrieux.

« Ainsi, tout l'homme est construit avec un dessein suivi et avec un art admirable. Mais si la sagesse de son auteur éclate dans le tout, elle ne paraît pas moins dans chaque partie.

« Nous venons de voir que notre corps devait être composé de beaucoup d'organes capables de recevoir les impressions des objets, et d'exercer des mouvements proportionnés à ces impressions.

« Ce dessein est parfaitement exécuté. Tout est ménagé dans le corps humain avec un artifice merveilleux. Le corps reçoit de tous côtés les impressions des objets sans être blessé. On lui a donné ces organes, pour éviter ce qui l'offense ou le détruit ; et les corps environnants, qui font sur lui ce mauvais effet, font encore celui de lui causer de l'éloignement. La délicatesse des parties, quoiqu'elle aille à une finesse inconcevable, s'accorde avec la force et avec la solidité. Le jeu des ressorts n'est pas moins aisé que ferme. A peine sentons-nous battre notre cœur, nous qui sentons les moindres mouvements du dehors, si peu qu'ils viennent à nous ; les artères vont, le sang circule, les esprits coulent, toutes les parties s'incorporent leur nourriture, sans troubler notre sommeil, sans distraire nos pensées, sans exciter tant soit peu notre sentiment, tant Dieu a mis de règle et de proportion, de délicatesse et de douceur dans de si grands mouvements.

« Ainsi, nous pouvons dire avec assurance que, de toutes les proportions

qui se trouvent dans les corps, celles du corps organique sont les plus parfaites et les plus palpables.

« Tant de parties si bien arrangées, et si propres aux usages pour lesquels elles sont faites, la disposition des valvules, le battement du cœur et des artères, la délicatesse des parties du cerveau, et la variété de ses mouvements, d'où dépendent tous les autres, la distribution du sang et des esprits, les effets différents de la respiration, qui ont un si grand usage dans le corps : tout cela est d'une économie, et, s'il est permis d'user de ce mot, d'une mécanique si admirable, qu'on ne la peut voir sans ravissement, ni assez admirer la sagesse qui en a établi les règles [1]. »

« Les savants et les ignorants, s'ils ne sont tout à fait stupides, sont également saisis d'admiration, en voyant l'artifice avec lequel est construit le corps humain. Tout homme qui le considère par lui-même trouve faible tout ce qu'il a ouï dire, et un seul regard en dit plus que tous les discours [2]. »

Descartes, qui avait consacré une partie de sa vie à des recherches d'anatomie et de physiologie, était arrivé à la même conclusion, à savoir qu'étudier la structure de l'homme, c'est trouver de nouvelles occasions de proclamer la sagesse infinie du Créateur des mondes et de l'humanité.

Nous espérons que la lecture de ce livre amènera à la même conclusion, c'est-à-dire fera comprendre que tant de moyens divers si merveilleusement combinés pour assurer l'exercice régulier de la vie dans l'espèce humaine trahissent avec éclat la pensée du suprême Créateur.

Il est regrettable, ajouterons-nous, que les auteurs d'ouvrages de science vulgarisée, si nombreux aujourd'hui, perdent trop souvent cette vérité de vue, et qu'après avoir décrit les magnificences des mondes, la grandeur, la majesté, les beautés de la nature, ils ne trouvent pas un élan de reconnaissance pour rendre hommage au Dieu souverain à qui nous devons ces bienfaits. On a dit, et il faut le répéter, parce que la

1. *De la connaissance de Dieu et de soi-même*, in-12, chez Hachette. Paris, 1857, pages 132-133.
2. *Ibidem*, page 134.

pensée est juste : « Un peu de science éloigne de Dieu, beaucoup de science y ramène. »

Un dernier mot. En disant, dans les premières pages de cet *Avant-propos*, que la philosophie grecque réduisait l'homme à son élément intellectuel, nous n'avons pas voulu porter atteinte à la gloire des hommes illustres qui ont élevé l'édifice de l'ancienne philosophie. Pythagore, Thalès, Aristote, Socrate, Platon, Théophraste et leurs dignes émules, sont les premiers penseurs, les premiers observateurs, les premiers analystes, les premiers savants dont l'humanité s'honore. Leurs méditations ont ouvert à la science la voie qu'elle suit encore aujourd'hui. De tels noms ne peuvent être prononcés qu'avec admiration et respect. Seulement, il est bien reconnu aujourd'hui qu'il est impossible de procéder à l'étude de l'homme intellectuel et moral sans la connaissance de l'homme physique. L'analyse des facultés de l'âme et de nos sensations serait incomplète et entachée d'erreur sans la connaissance des fonctions du cerveau, de la moelle épinière et des nerfs. La juste appréciation morale des vices, des vertus, des aptitudes, etc., ne pourrait se faire si l'on ne tenait compte des fonctions physiologiques qui sont propres à l'homme. Combien d'actions humaines, en apparence inexplicables, se comprennent et s'éclaircissent par la connaissance du tempérament, de l'état de santé ou de maladie de l'individu. La physiologie a fait la lumière sur bien des points obscurs de l'histoire.

Donc, cher lecteur, après avoir étudié, dans les lycées ou les Facultés, dans les livres ou dans les cours publics, la psychologie, la logique et la morale, selon les principes de la philosophie classique, héritage des anciens, étudiez le corps humain, ses ressorts matériels, son mécanisme et son jeu merveilleux. Grâce à l'alliance de ces deux ordres d'études, opposées dans leur essence, mais concourant au même but, vous pourrez vous flatter de connaître exactement l'homme, ce qui est le

but suprême de toute la science, et vous répondrez pleinement au programme que, dans l'antiquité grecque, les maîtres de philosophie inscrivaient sur le portique de leurs écoles : *Connais-toi toi-même.*

C'est pour répondre à la seconde partie, et pour ainsi dire à la section moderne de cet antique programme, que nous publions ces *Notions élémentaires de physiologie humaine.*

CONNAIS-TOI

TOI-MÊME

I

COMMENT ON DIGÈRE

Opération préliminaire de la digestion, ou préhension des aliments. — Préhension des aliments solides (main seule ou armée d'un instrument spécial : bâtonnet, fourchette). — Préhension des aliments liquides (action de boire à la régalade action de sabler, action de laper, action de humer, aspiration). — Premier acte de la digestion, ou digestion buccale. — 1° Mastication : rôle de la langue, des lèvres et des joues. — Rôle des mâchoires. — Les dents (incisives, canines, molaires). — Composition d'une dent : ivoire, cément, pulpe dentaire. — La dentition dans l'enfance. — Les dents de lait. — La carie des dents. — Ce que c'est que la cautérisation des dents. — Duverney et Louis XIV. — Un cours d'anatomie à la cour du grand roi. — Les mouvements de la mâchoire inférieure pendant la mastication. — Puissances musculaires qui concourent à la mastication. — L'insalivation. — Mucus buccal. — Salive. — Usages mécaniques de la salive, au double point de vue de la mastication et de la déglutition. — Son rôle chimique (saccharification des fécules). — Histoire de la découverte des glandes salivaires. — Warthon. — Sténon. — Un anatomiste sacré évêque par le pape Innocent XI. — Deuxième acte de la digestion, ou déglutition. — 1er temps, ou transport de l'aliment au niveau des piliers antérieurs du voile du palais, par la

pointe de la langue recourbée en haut. — 2e temps, ou traversée pharyngienne. — Manière dont est évitée l'entrée de l'aliment dans les voies pulmonaires et comment est empêché son retour à la bouche. — Rôle de l'épiglotte pendant la déglutition. — Sensibilité de la muqueuse laryngée et toux qui en résulte. — Arrivée du bol alimentaire à l'estomac. — TROISIÈME ACTE DE LA DIGESTION, OU DIGESTION STOMACALE. — Nature des modifications que l'aliment subit dans l'estomac (chymification).—Mouvements de l'estomac (péristaltiques et antipéristaltiques), leur rôle. — Le suc gastrique. — Preuves qu'il est l'agent dissolvant de l'aliment. — Connaissances des anciens sur la digestion. — Théorie d'Hippocrate et d'Erasistrate : coction ou trituration. — Expériences de l'Académie del Cimento. — Expériences de Réaumur. — Spallanzani aborde l'étude de la digestion et découvre le suc gastrique. — Les fistules gastriques observées chez l'homme et leur utilisation pour l'étude du suc gastrique. — Le Canadien de Beaumont. — Opérations de gastrotomie faites de nos jours. — L'homme à la fourchette. — L'opéré de M. Verneuil. — Les digestions artificielles. — Manière de se procurer le suc gastrique. — Les fistules gastriques chez le chien. — Explication de l'immunité dont jouit l'estomac relativement au suc gastrique. — Durée moyenne de la digestion d'un repas. — Tableaux de la digestibilité des aliments d'après Beaumont, Lallemand et Longet. — Expériences de M. Ch. Richet avec le suc gastrique de l'opéré de M. Verneuil. — Rapide digestion du lait. — Influences diverses auxquelles est soumise la digestion stomacale. — Le vomissement, puissances qui concourent à son accomplissement. — QUATRIÈME ACTE DE LA DIGESTION, OU DIGESTION DANS L'INTESTIN GRÊLE. — Mouvements de cet intestin (péristaltique et antipéristaltique). — Liquides contenus dans l'intestin grêle. — La bile. — Son rôle dans la digestion. — Émulsion des corps gras. — Le suc pancréatique et les canaux qui le déversent dans l'intestin. — Histoire de la découverte du canal de Wirsung. — La vengeance d'un anatomiste allemand, ou le meutre de Wirsung. — Le pancréas, son rôle dans la digestion : émulsion des corps gras et saccharification des fécules. — Rôle des veines et des vaisseaux chylifères dans l'absorption. — Le suc intestinal. — Absorption du chyle, c'est-à-dire des principes assimilables des aliments et arrivée du résidu alimentaire dans le gros intestin. — Histoire de la découverte des vaisseaux chylifères. — Aselli. — Pecquet, etc. — CINQUIÈME ACTE DE LA DIGESTION, OU DIGESTION DANS LE GROS INTESTIN. — Absorption des dernières parties assimilables du chyme. — Les gaz intestinaux, leur rôle mécanique. — La valvule iléo-cœcale s'opposant à la rétrogradation du contenu de l'intestin. — Mouvement péristaltique du gros intestin amenant ces matières à la partie inférieure du tube digestif.

LA DIGESTION DES BOISSONS. — Les boissons sont absorbées par les veines et les chylifères de l'estomac, par les veines hépatiques et intestinales, et déversées dans la veine porte et le foie. — La prétendue fonction glycogénique du foie. — Le foie sécrète de la bile et non du sucre. — Le *glycogène* de Claude Bernard n'est que de la dextrine provenant de l'alimentation féculente. — Expériences de l'auteur démontrant que le foie n'a point la propriété de sécréter du sucre.

Tu veux savoir, ami lecteur, comment tu digères, et telle est en effet, la première notion à acquérir pour celui qui veut procéder méthodiquement à l'étude de sa propre économie vivante. A la locomotive il faut du charbon, pour traîner de longs convois pesamment chargés; à l'homme il faut des aliments pour entretenir son existence. Et si l'on cesse de fournir du charbon à la locomotive, si l'on interrompt l'alimentation chez

l'homme, locomotive et machine humaine, s'arrêtent également. La digestion sera donc le premier objet de nos études.

Par l'exercice des actes de la vie, notre corps dépense sans cesse les éléments matériels qui composent ses organes. Nous avons donc besoin de réparer sans cesse les pertes matérielles que nous éprouvons. Nous réparons ces pertes à l'aide des *aliments*.

Mais les aliments ne peuvent céder à l'organisme les matériaux qui lui sont utiles qu'après avoir subi toute une série de modifications. L'histoire de la digestion comprend l'ensemble des modifications que les matières alimentaires subissent à l'intérieur de notre corps.

Les métamorphoses des matières alimentaires se passent dans un appareil spécial, que l'on nomme *tube* ou *canal digestif*. Cet appareil est, en effet, un long tube, un canal, plus ou moins irrégulier.

Les parties constituantes du canal digestif sont, en allant de haut en bas :

1° La *bouche*, ou *cavité buccale;*

2° Le *pharynx*, ou arrière-bouche, large conduit concourant à la fois à la respiration et à la déglutition ;

3° L'*œsophage*, conduit plus étroit que le pharynx, qui va du pharynx à l'estomac ;

4° L'*estomac*, ou cavité stomacale ;

5° Enfin la masse intestinale, qui peut se diviser en *intestin grêle* et *gros intestin*.

Avoir énuméré les parties constituantes du tube digestif, c'est avoir, du même coup, tracé l'ordre que nous suivrons dans l'étude de la digestion. L'aliment doit, en effet, parcourir successivement ces différentes parties, et cela dans l'ordre même suivant lequel nous les avons citées. Nous aurons ainsi à étudier successivement :

1° La *mastication ;*

2° L'*insalivation ;*

3° La *déglutition*, c'est-à-dire le parcours pharyngien et œsophagien des aliments ;

4° La *digestion stomacale ;*

5° *La digestion dans l'intestin grêle ;*

6° *La digestion dans le gros intestin.*

On pourrait admettre, avec quelques auteurs, un septième acte : la *préhension des aliments*. Cependant la préhension des aliments ne constitue pas un acte digestif. C'est une simple entrée en matière, un préambule. A ce titre seulement, nous dirons quelques mots de cette opération.

PRÉHENSION DES ALIMENTS.

Une locution devenue triviale dit que les alouettes ne nous tombent pas toutes rôties. Ce proverbe exprime un fait vrai, au propre comme au figuré. L'aliment ne nous arrive pas de lui-même : il faut le prendre!

Certains animaux aquatiques se bornent à nager la bouche béante, et n'ont qu'à la refermer pour s'emparer de la proie que le flot leur apporte. On conçoit qu'un semblable procédé ne saurait être de mise pour l'homme.

Nous ne pouvons pas davantage imiter ces modes de préhension directe que la nature a variés à l'infini chez les différentes espèces d'animaux. C'est ainsi, par exemple, que les *rotifères* n'ont qu'à mettre en mouvement les petits appendices rotatoires (*cirrhes*) qui forment un cercle autour de leur bouche pour y projeter, perdus dans le tourbillon liquide qui les entraîne, les animalcules microscopiques dont ils se nourrissent. C'est encore ainsi que, dans une classe plus élevée, le reptile singulier nommé *caméléon*, qui est armé d'une langue à elle seule aussi longue que tout son corps, n'a qu'à la projeter rapidement au dehors pour frapper subitement et engluer l'insecte qui passe à sa portée.

Sans parler de l'éléphant, qui est pourvu d'une véritable main, placée à l'extrémité d'un bras indéfiniment flexible, on peut dire que la plupart des mammifères sont mieux traités que l'homme, au point de vue de l'organe qui sert à la préhension des aliments. Le plus grand nombre de ces animaux trouvent, d'une part, dans la dimension de leur cou, d'autre part dans la proéminence de leur mâchoire, la possibilité de saisir directement leurs aliments avec les lèvres, comme le cheval, la girafe, etc., — ou avec les dents, comme le chien, le chat, le tigre, le lion et les autres grands carnassiers, — et

même plus spécialement avec la langue, comme le bœuf, que l'on voit entourer avec cet organe la touffe d'herbe qu'il va arracher, ou le fourmilier qui englue les insectes avec sa langue démesurée.

Combien les moyens de préhension de l'aliment sont inférieurs, chez l'homme, à ce qu'ils sont chez la plupart des grands animaux ! Chez nous, la bouche, loin d'être saillante, forme plutôt un angle rentrant entre le nez et le menton. Cette condition est très-défavorable à la préhension directe de l'aliment.

La nature n'a pas voulu pourtant que l'homme fût entièrement inférieur à l'animal quant à la préhension des aliments. A cet effet, ses membres supérieurs, qui demeurent libres, grâce à la station bipède, lui fournissent, au point de vue de la préhension des aliments, une ample compensation. Le pouce, qui est opposable aux autres doigts, fait de l'une et de l'autre main une pince à cinq branches, apte à aller saisir l'aliment à quelque distance que ce soit. De plus, la longueur et la coordination des mouvements du bras sont telles, que le plus simple et le plus facile de ces mouvements, une simple flexion de l'avant-bras, porte tout naturellement au niveau de notre bouche la main munie de l'aliment.

La main peut donc suffire à la préhension de tous les aliments. L'homme des temps primitifs ne se servit que de la main pour l'accomplissement de cet acte. Avec la main seule il portait à sa bouche les végétaux sauvages, les chairs, cuites ou crues, des animaux des forêts. Il buvait dans le creux d'une coquille l'eau de la rivière ou du torrent. Ce fut seulement quand la civilisation l'eut rendu plus délicat que l'homme, notre ancêtre, songea à se fabriquer un instrument spécial pour la préhension des aliments.

Un petit bâton pointu, qui est encore en usage chez certaines tribus de l'Asie et de l'Océanie, fut le premier instrument qui servit à la préhension des aliments, aux premiers âges de la civilisation. A ce *bâtonnet* on substitua un instrument métallique, à deux pointes, en forme de fourche : d'où vint le nom de *fourchette*. A ces deux pointes on en ajouta plus tard deux autres, et l'on eut notre fourchette actuelle.

L'invention de la fourchette est beaucoup plus ancienne qu'on ne le croit généralement. Ce petit instrument est originaire de l'Italie. Saint Pierre Damien rapporte que la sœur

de l'empereur d'Orient, Argyle, qui avait épousé un des fils du doge de Venise Pierre Orseolo en 991, au lieu de manger, comme le faisait tout le monde, à cette époque, avec les doigts, employait de petites fourches, ou des cuillers dorées, pour porter les aliments à sa bouche. L'historien considère d'ailleurs cet usage comme un des effets du luxe insensé des Vénitiens du xe siècle.

Dans les siècles suivants, la fourchette passa de l'Italie à la France. Il est fait mention pour la première fois de cet instrument, en 1379, dans un inventaire de l'argenterie de Charles V, roi de France. La fourchette n'était alors composée que de deux branches.

Au xve et au xvie siècle, la fourchette et la cuiller devinrent assez communes en France. On trouve dans les cabinets de nos amateurs d'antiquités nationales de petites fourchettes, en bois ou en ivoire, qui s'adaptent à une cuiller sans manche.

Ce meuble de table se multiplia beaucoup en France pendant les xviie et xviiie siècles. On n'en fit usage en Angleterre qu'au xviie siècle. En 1610, on considérait, en Angleterre, comme l'une des manies du voyageur Thomas Coryate, d'avoir rapporté d'Italie un meuble de table *aussi inutile* qu'une fourchette.

Quant à la cuiller, l'usage n'en remonte pas au delà du xive siècle. Elle remplaça le coquillage dont les peuples primitifs se servaient pour boire les liquides.

Tout ce qui précède se rapporte à la préhension des aliments solides. La préhension des liquides n'est pas aussi facile pour nous que celle des solides. Ce n'est pas seulement, en effet, par l'action de la pesanteur que les liquides sont amenés à portée de notre bouche. La pesanteur ne suffit à la préhension des liquides que pour certains modes très-exceptionnellement employés. Tel est, par exemple, celui qui consiste à *boire à la régalade*, c'est-à-dire à faire tomber, d'une certaine hauteur, un filet liquide dans la bouche, plus ou moins largement ouverte, en ayant soin de porter la tête fort en arrière. C'est à *la régalade* que boivent, pendant les chaleurs de l'été, afin de rafraîchir leur boisson, les paysans du midi de la France et ceux de l'Espagne. On appelle *flasquette*, dans nos campagnes du Bas-Languedoc, la bouteille de verre, recouverte de peau et à col relativement rétréci, qui sert à boire à *la régalade*.

Telle est encore l'action de *sabler*, c'est-à-dire d'ingérer d'un

seul coup tout le contenu d'un verre, en élevant rapidement le coude et renversant fortement la tête.

Un autre mode de préhension des liquides est représenté par l'action de *humer*. On appelle ainsi une aspiration effectuée, non plus à l'aide de la bouche seule, mais de toute la poitrine, aspiration que nous avons soin d'opérer alors que les lèvres ne baignent que difficilement dans le liquide, et qui a pour résultat d'attirer dans la bouche une certaine quantité de boisson et en même temps une certaine quantité d'air. Le conflit de l'air et du liquide produit ce bruit particulier de gargouillement que nous connaissons tous, et qui accompagne l'action de *humer*.

Nous usons instinctivement de ce procédé toutes les fois que nous voulons goûter avec précaution à un liquide dont nous redoutons la température, par exemple, quand nous voulons ingérer lentement une cuillerée de potage trop chaud. Chacun sait que le gourmet *hume*, pour déguster plus longuement et plus complètement le vin de choix dont la saveur affecte agréablement son palais.

Il est un dernier mode de préhension des liquides, qui a été importé à la fin de notre siècle par les Américains, grands amateurs de boissons fraîches. C'est la succion, au moyen d'une paille dont une extrémité est plongée dans le liquide. Les *sherry-gobler*, les *soyers* et autres mélanges analogues, se boivent ainsi. Ce n'est là toutefois qu'un mode excentrique d'absorber les boissons de luxe, peu digne, par conséquent, de nous arrêter plus longtemps.

De pareils procédés, nous le répétons, sont fort exceptionnels. La préhension des boissons, selon le mode ordinaire, consiste à boire les liquides dans un vase tenu à la main et vidé progressivement dans la bouche, en ne renversant que faiblement la tête.

La préhension de l'aliment solide ou liquide étant accomplie, l'aliment est arrivé dans la bouche. Voyons quelles modifications il va subir dans cette cavité.

Mais, avant d'aller plus loin, établissons exactement le sens qu'il faut attacher au mot *bouche*. Dans le langage ordinaire, on appelle *bouche* la fente que laissent entre elles les deux lèvres, c'est-à-dire l'orifice extérieur de la cavité buccale. Mais, pour le physiologiste, le mot *bouche* sert plus spécialement à désigner la cavité buccale elle-même. Ses limites sont : en arrière, le voile du palais ; en avant, les lèvres ; en haut, la voûte palatine ;

en bas, la langue et le plancher buccal; enfin de l'un et de l'autre côté les joues. Nous n'avons rien à dire de toutes ces parties que chacun connaît par un simple coup d'œil jeté dans son miroir.

La bouche, définie comme il vient d'être dit, constitue, pour ainsi dire, le *vestibule de l'appareil digestif*.

Avant d'être conservé dans la bouche, l'aliment doit commencer par y subir un certain contrôle. Ne s'introduit pas qui veut dans les voies digestives. L'organisme a, dans ce premier compartiment du canal digestif, une sentinelle chargée d'examiner scrupuleusement tout ce qui se présente. Cette sentinelle, c'est le sens du goût.

Le rôle du goût au point de vue de la digestion, c'est de chasser immédiatement les substances qu'il juge dangereuses, et de délivrer aux autres leur droit d'entrée.

Ces réserves faites, voyons quelles modifications l'aliment subit dans la bouche. Ces modifications peuvent se grouper sous deux principaux chefs : la *mastication* et l'*insalivation*.

MASTICATION.

La *mastication* consiste, comme son nom l'indique, à diviser les différents aliments solides, à les dissocier, et à les réduire finalement en particules plus ou moins ténues, selon le plus ou moins de soin avec lequel la trituration a été opérée.

La mastication est un acte complexe. Ses agents spéciaux sont les deux mâchoires, pourvues de leurs dents. La langue, les lèvres et les joues sont, pour la mastication, des agents auxiliaires, mais des agents d'une haute importance, comme on va le voir.

Le rôle de la langue, des lèvres et des joues, c'est d'aller chercher les parcelles alimentaires dans toutes les parties de la bouche, pour les ramener incessamment entre les dents. C'est ainsi que le broyeur de couleur ou de poudres diverses en usage dans l'industrie va chercher les parcelles de substances qui fuient sous la pression de la meule, et les ramène sur le passage de celle-ci. Mais quelle différence dans la précision du jeu de la meule que nous a donnée la nature! Les différentes parties de la machine à broyer qui nous est propre fonctionnent avec

un merveilleux ensemble. Les lèvres maintiennent l'aliment dans la bouche, par l'occlusion de son orifice. Ces mêmes lèvres, et les joues qui leur font suite, en s'appliquant vigoureusement contre les gencives et les arcades dentaires, expulsent les débris qui se sont réfugiés dans ce que l'on appelle les *culs-de-sac alvéolo-dentaires*, ou *gouttières alvéolaires*, c'est-à-dire dans les sillons formés par la réunion des lèvres avec les gencives, en d'autres termes, dans l'espace demi-circulaire compris entre les lèvres et les joues, d'une part, les arcades dentaires et les gencives, d'autre part.

Mais de tous ces agents auxiliaires de la mastication, le plus important, c'est la langue. Portant incessamment sa pointe en tous sens, la langue va écrasant elle-même contre la voûte palatine les substances les plus molles, tandis qu'elle ramène celles qui lui offrent le plus de résistance entre les mâchoires, où elle les maintient, avec le concours de ses deux associés, les dents et les joues. Et quelle harmonie dans ces mouvements simultanés ! Tout en ramenant sans cesse entre les dents les débris alimentaires, jamais la langue ne se laisse prendre entre les deux mâchoires, au moment de leur rapprochement. Si, par hasard, elle s'oublie une seconde, elle est aussitôt mordue, et la douleur qui résulte de la morsure la rappelle promptement à la vigilance dont elle s'est un instant départie. Celui qui s'est mordu les joues, les lèvres ou la langue, dans un mouvement de mastication trop précipité, comprend parfaitement l'utilité de cette harmonie des mouvements.

Pour être aptes à ce rôle délicat, les lèvres, les joues ou la langue, doivent, toutes les trois, jouir de deux propriétés, aussi importantes l'une que l'autre. Elles doivent être douées d'abord d'une *motilité* assez délicate pour leur permettre l'ensemble et la précision des mouvements qu'elles ont à effectuer. Elles doivent, en second lieu, être douées d'une *sensibilité* suffisante pour reconnaître la parcelle alimentaire partout où elle se trouve, et pour apprécier le degré de trituration qu'elle a subi. Ces deux propriétés distinctes, et également essentielles, sont entretenues dans chacune des parties qui nous occupent, par deux ordres de nerfs distincts, les uns propres au mouvement, les autres propres à la sensibilité.

Supposons que sur un animal on paralyse les mouvements de la langue, ce que produit avec la plus grande facilité la

section de son nerf moteur, le *grand hypoglosse*. Si dans ces conditions on présente à l'animal un aliment de nature à le tenter, on voit la pauvre bête faire, avec la tête et les mâchoires, une pantomime significative, qui témoigne manifestement de son désir de s'approprier cet aliment. Mais vains efforts ! L'animal est souvent impuissant même à le saisir entre les dents, car la section du nerf grand hypoglosse a paralysé la sensibilité de la langue. Si d'ailleurs il parvient à le saisir, il ne peut pas en opérer la mastication. Et cette mastication s'opérât-elle, l'animal n'y gagnerait rien encore, car la paralysie de la langue rendrait impossible tout mouvement de déglutition.

Pour punir Tantale, roi de Phrygie, qui avait osé offenser les dieux, l'antiquité mythologique se mit en frais d'imagination. Elle inventa des arbres dociles, qui abaissaient et relevaient sans cesse leurs branches, pour approcher tour à tour leurs fruits tentateurs des lèvres du malheureux roi, et pour les en écarter ensuite. Tant d'appareil n'était pas nécessaire. Si le grand Jupiter eût été physiologiste, il se serait borné à paralyser la langue de Tantale. Une section du nerf grand hypoglosse eût suffi, et le rapt de Ganymède n'en eût pas été moins cruellement vengé.

Si, au lieu d'une paralysie du mouvement, la langue était affectée d'une paralysie de sa sensibilité, la mastication n'en serait guère moins troublée. La pathologie a offert sur l'homme quelques cas de ce genre. Les vivisections peuvent d'ailleurs produire instantanément cet effet sur l'animal, par la section du nerf qui préside à la sensibilité tactile de l'organe qui nous occupe, c'est-à-dire du nerf *lingual*. Après cette section, la langue continue bien à se mouvoir, mais d'une façon non intelligente et vaine. N'ayant plus de guide pour se diriger, elle va chercher l'aliment où il n'est pas, et s'oublie, à chaque instant, entre les dents, qui la meurtrissent, sans qu'elle en ait conscience. D'un autre côté, ne pouvant plus apprécier le degré de consistance de l'aliment, la pauvre langue, toute lacérée, ne sait plus à quel moment elle doit en opérer la déglutition, de sorte qu'elle avale tout de travers.

Si les troubles que nous venons de signaler du côté de la langue affectaient les lèvres et les joues, ils entraîneraient dans la mastication des désordres à peu près analogues. Que ce fût la sensibilité ou la motilité qui fût lésée, dans l'un et l'autre cas,

les aliments s'accumuleraient dans les gouttières alvéolaires, et sortiraient bientôt de la bouche. Privées de la sensibilité, les joues et les lèvres n'auraient pas conscience de la présence des aliments dans ces gouttières. Au lieu de les repousser entre les dents, elles les laisseraient, sans s'en douter, s'échapper au dehors. Privés de la motilité, ces mêmes organes auraient bien conscience de l'existence de l'aliment dans les gouttières alvéolaires, mais ils ne pourraient plus l'en chasser, la puissance contractile leur faisant défaut.

Tel est le rôle dévolu, dans la mastication, à la langue, aux lèvres et aux joues. Toutefois, comme nous l'avons dit, la langue, les lèvres et les joues ne sont que des auxiliaires. Passons aux agents plus spécialement affectés à la mastication. Ces agents sont les deux mâchoires.

L'homme est armé de deux mâchoires, superposées l'une à l'autre. C'est là, du reste, un caractère commun à tout l'embranchement des animaux vertébrés. Dans les autres embranchements, la configuration de l'appareil masticateur varie singulièrement. C'est ainsi que les animaux *articulés*, les insectes par exemple, présentent quatre mâchoires, au lieu de deux, et ces mâchoires sont, non superposées, mais juxtaposées.

Fait bien important à signaler, des deux mâchoires propres à l'homme, comme à tous les animaux vertébrés, une seule est mobile, l'inférieure. La mâchoire supérieure fait corps avec le crâne. Elle est soudée aux os crâniens et offre ainsi un point d'appui solide, sur lequel la mâchoire inférieure vient, suivant l'expression si juste de Bordeu, frapper, comme le marteau frappe sur l'enclume.

Ce deuxième caractère se trouve chez les animaux vertébrés, mais non chez tous. Il est propre, non à tout l'embranchement des vertébrés, mais à une de ses divisions, à la classe des Mammifères. En effet, chez un certain nombre de reptiles, la mâchoire supérieure est mobile, comme l'inférieure.

Peu favorable sans doute pour la puissance de la mastication, la mobilité de la mâchoire supérieure des reptiles nous explique la facilité surprenante avec laquelle ces animaux ingèrent des proies d'un volume relativement énorme. C'est ainsi que les couleuvres et les vipères ingèrent tout d'une pièce les grenouilles, les crapauds et les souris dont elles font leur nourriture. C'est ainsi encore que le bec des oiseaux de proie fait dis-

paraître d'un seul coup l'alouette. C'est grâce à ces mêmes dispositions que nos ménagères peuvent plonger intactes dans le bec des jeunes dindons qu'elles élèvent à la main les énormes boulettes à l'aide desquelles elles les engraissent, et que les volailles peuvent être si rapidement engraissées à la mécanique, avec le curieux *appareil Martin*, que l'on voit au Jardin d'Acclimatation de Paris.

Mais revenons à l'homme, objet spécial de notre étude. Ses mâchoires nous offrent à examiner deux points principaux : 1° les *dents* dont elles sont armées ; 2° les *muscles*, qui mettent en mouvement la mâchoire inférieure.

Occupons-nous d'abord des dents.

On croit assez généralement, et l'on répète assez souvent, que les dents sont de petits os. L'erreur est pardonnable, du reste : Haller, Boyer, Bichat, ne les définissaient pas autrement, et c'est presque avoir raison que se tromper en si bonne compagnie. Il est toutefois bien prouvé aujourd'hui que les dents diffèrent essentiellement des os, notamment par l'absence de vaisseaux-sanguins dans l'intérieur de leur tissu.

Les dents représentent un système organique particulier, un *appareil* qui appartient à la plupart des animaux vertébrés et à l'homme, au même titre que l'*appareil musculaire*, *osseux*, *nerveux*, etc.

Au point de vue de leur configuration extérieure, on distingue dans une dent deux parties :

1° La *racine*, c'est-à-dire cette partie qui s'enfonce dans l'épaisseur de l'os de la mâchoire ;

2° La *couronne*, qui est la partie libre, saillante dans la bouche.

Quant à leur structure intime, les dents sont composées de quatre substances :

1° L'*émail*, couche transparente, dense et imperméable, qui recouvre et protège la surface externe de la couronne ;

2° Le *cément*, couche jaunâtre qui recouvre la racine et va en s'amincissant à mesure qu'elle se rapproche de l'émail de la couronne ;

3° L'*ivoire*, qui forme la partie principale, le *corps* de la dent, aussi bien dans la racine que dans la couronne.

L'ivoire est une matière blanche, demi-transparente, parfaitement homogène, parcourue dans toute son épaisseur par de

petits conduits fins et parallèles, que les anatomistes appellent *canalicules* et qui ne sont visibles qu'au microscope.

Outre les canalicules, il faut encore signaler dans l'ivoire le *réseau anastomotique*, découvert en 1860 par le professeur Robin et le docteur E. Magitot.

L'ivoire est sensible par lui-même, car les canalicules sont pourvus de fibrilles nerveuses, dont le docteur Magitot a suivi la continuité avec les extrémités terminales des nerfs de sensibilité de la cinquième paire.

Fig. 1. Arcade dentaire vue par la couronne.

4° Enfin, la *pulpe dentaire*, partie sensible de la dent, dans laquelle se termine le *nerf dentaire*.

Les figures 2 et 3, qui représentent la coupe verticale d'une dent, montrent ces différentes parties.

Les dents humaines ont pour caractères d'être sensiblement verticales, sensiblement égales en haut, et de former une série continue. Dans certains ordres de Mammifères, chez les pachydermes par exemple, particulièrement chez le cheval, l'arcade dentaire présente, tout au contraire, de chaque côté de la mâ-

choir inférieure, un intervalle assez considérable, connu sous le nom de *barre*. C'est cet intervalle que nous utilisons pour y placer le mors. Le cavalier novice qui passe lui-même la bride à sa monture doit savoir que le mors se place, non entre les dents, mais dans la *barre*. Faute de cette connaissance, il s'exposerait à laisser ses doigts entre les dents du cheval.

A l'état de développement normal, les dents de l'homme sont au nombre de trente-deux : seize à chaque mâchoire. Ces seize

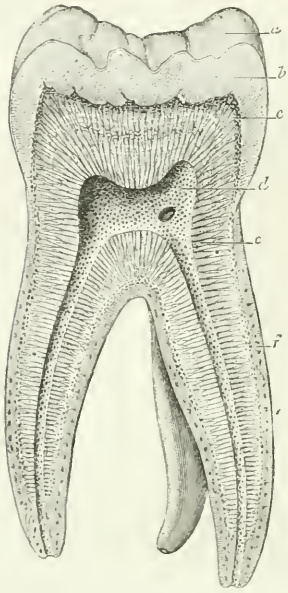


Fig. 2. Coupe verticale d'une dent à trois racines.

a. Email. — *b*. Coupe de l'émail. — *c*. Réseau anastomotique. — *d*. Cavité pour loger la pulpe dentaire. — *e*. Canalicules. — *f*. Cément.

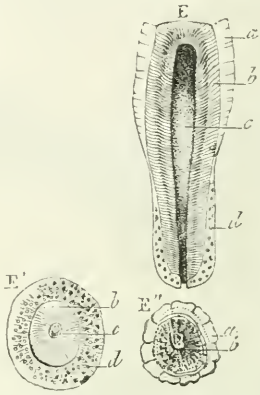


Fig. 3. Coupe verticale d'une dent à une seule racine.

E. *Dent sciée verticalement pour en montrer la structure.* — *a*. Email. — *b*. L'ivoire et ses canalicules. — *c*. Partie du bulbe non encore solidifiée, mais qui sera ultérieurement transformée en ivoire. — *d*, cément ou matière osseuse recouvrant la racine.

E'. *Coupe transversale de la même dent, prise au milieu de la racine.* — *b*. Ivoire ossifié. — *c*. Partie encore molle de l'ivoire. — *d*. Cément.

E''. *Coupe de la même dent prise à la couronne.* — *a*. Email. — *b*. Ivoire.

dents se divisent, quant à la forme, en trois espèces, qui sont, en allant de la ligne médiane sur les côtés : 1° les *incisives*, 2° les *canines*, 3° les *molaires*.

La figure 4, qui représente une coupe verticale de la moitié de la mâchoire inférieure, et la moitié de la mâchoire supérieure dans les conditions normales, montre la forme et la situation relative de ces trois sortes de dents, avec la distribution du nerf dentaire et des vaisseaux sanguins qui se rendent à chaque dent.

Les dents *incisives*, au nombre de quatre à chaque mâchoire, sont les dents qui se montrent tout naturellement quand nous écartons légèrement les lèvres, dans le sourire par exemple. C'est ce que savent fort bien les personnes qui ont les dents blanches et belles.

Incidere veut dire en latin couper, de là le nom de ces dents. Ce sont, en effet, les dents qui, par leur forme tranchante, ont pour mission de donner le premier coup à l'aliment, c'est-à-dire de l'*inciser*.

De chaque côté des incisives, et après elles, viennent les *ca-*

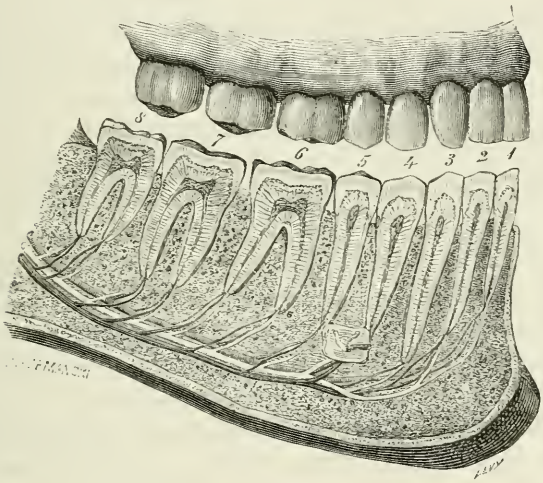


Fig. 4. Dents vues de profil, avec leurs vaisseaux et leurs nerfs.

1, 2. Les deux incisives droites des deux mâchoires. — 3. Les deux canines droites. 4, 5, 6, 7, 8. Les dix molaires droites.

nines, au nombre de deux à chaque mâchoire, c'est-à-dire de quatre en tout. Leur sommet n'est point large et coupant comme celui des incisives, mais, au contraire, étroit et pointu. On distingue aisément la petite saillie acérée que forme leur sommet quand on promène le doigt, de chaque côté, sur le bord libre des arcades dentaires. Ce sont ces dents qui font une forte saillie chez le chien (en latin *canis*). De là le mot de *canines*.

Le grand développement des dents canines est, du reste, loin d'être spécial au chien. Tous les carnassiers en présentent de

semblables, et chez quelques-uns, comme le tigre, le lion, elles sont même beaucoup plus vigoureuses que chez le chien.

Les dents canines portent vulgairement le nom d'*œillères*, ou de *dents de l'œil*, parce que l'extrémité de leur racine répond à l'angle interne de l'œil, et que leur extraction est regardée, sans aucun motif d'ailleurs, comme ayant une influence funeste sur la vue.

Après les dents canines viennent les *molaires*. Elles sont au nombre de dix à chaque mâchoire, cinq de chaque côté, en tout vingt. On divise les dents *molaires* en petites et grosses : les premières, armées de deux racines ; les secondes, de quatre.

Le nom de *molaires* vient du latin *mola*, meule, parce qu'à ces dernières dents appartient l'office tout spécial de moudre l'aliment interposé entre les tubercules dont sont hérissés leurs bords. Ces bords ne sont ni tranchants ni pointus, comme ceux des incisives et des canines, mais larges et plats.

Le volume et la forme des dents molaires nous apprennent que leur rôle spécial est de broyer les corps résistants. Aussi est-ce entre ces dents, et non entre les incisives, que nous plaçons instinctivement les corps durs et difficiles à briser. La place qu'elles occupent à l'extrémité du levier représenté par la mâchoire inférieure concourt encore à les rendre aptes au rôle capital qui leur est dévolu dans l'acte de la mastication.

La dernière des grosses molaires est appelée vulgairement *dent de sagesse*. Ce nom lui vient de ce que son apparition, beaucoup plus tardive que celle de ses voisines, se fait à une époque de la vie où la sagesse nous est ou doit nous être arrivée.

Notons, en passant, que les dents molaires supérieures répondent à une cavité creusée de chaque côté dans l'épaisseur de l'os de la mâchoire supérieure, cavité nommée *sinus maxillaire*, ou *antre d'Highmore*, du nom de l'anatomiste français qui la décrivit le premier.

Nous aurions passé sous silence le sinus maxillaire, qui n'a par lui-même qu'un médiocre intérêt, si l'histoire n'avait conservé à ce propos une anecdote que nous allons rapporter.

Une dame de la cour de Louis XIV fut prise, un jour, d'une terreur singulière. Elle s'était fait arracher une dent molaire. Quelque temps après, elle sentit son cure-dents s'enfoncer à une

grande profondeur dans la place qu'occupait la dent enlevée. Grand émoi! La dame s'empresse de courir chez le médecin Duverney, dont la réputation commençait alors à se répandre à la ville et à la cour. Duverney la rassura immédiatement, en lui montrant le sinus maxillaire sur une tête de squelette. Cependant l'aventure fit du bruit et arriva aux oreilles de Louis XIV. Le roi conçut, à cette occasion, une si vive admiration pour l'anatomie, qu'il voulut la faire apprendre à son petit-fils, le duc de Bourgogne. Duverney fit donc un cours d'anatomie *ad usum Delphini*, et les courtisans, d'après la maxime *Regis ad exemplar totus componitur orbis*, se faisaient un plaisir d'assister à ces leçons (fig. 6).

L'éloquence de Duverney, l'ordre et la clarté qu'il savait apporter dans l'exposition des faits scientifiques, réussirent à mettre à la mode, à la cour et parmi les personnes de qualité, l'anatomie, qui n'était pas encore sortie des Ecoles de médecine. « Je me souviens, dit Fontenelle dans son *Éloge de Duverney*, d'avoir vu des gens de ce monde-là qui portaient des pièces sèches préparées par Duverney, pour avoir le plaisir de les montrer dans les compagnies. »

Que cette digression ne nous fasse pas perdre de vue le point où nous sommes parvenus dans l'étude de la mastication. Nous sommes actuellement fixés, non-seulement sur le rôle des dents en général, mais sur la fonction spéciale de chaque espèce de dents. Nous savons que les unes ont pour mission d'inciser l'aliment, les autres de le déchirer, les dernières de le moudre, de le broyer. Hâtons-nous d'ajouter que les dents ne concourent pas seulement à la mastication par cet effet tout mécanique. Pour l'accomplir, elles ont besoin d'un certain tact. La charpente de la dent est, en elle-même, parfaitement inerte, comme l'émail, et le cément qui la constituent; on sait bien cependant que nos dents sont pourvues d'une certaine sensibilité. A quoi tient donc la sensibilité des dents?

Les plus légers ébranlements, les plus faibles impressions extérieures, sont transmis, à travers l'épaisseur de la dent, au *nerf dentaire*, qui vient s'épanouir dans la substance de chaque dent, en formant ce que l'on nomme la *pulpe* ou le *bulbe dentaire*.

C'est grâce à ce nerf que le plus petit gravier, la plus légère esquille d'os, sont immédiatement dénoncés, et que les dents

évitent de se heurter contre des corps qui ne pourraient que les briser, ou tout au moins les user inutilement.

La *carie*, maladie spéciale au système dentaire, s'accompagne de douleurs très-vives. Lorsque la carie a fini par atteindre le centre de la dent, c'est-à-dire par pénétrer dans la cavité occupée par la *pulpe dentaire*, la douleur devient intolérable, parce que la pulpe étant mise à nu reçoit directement la double impression douloureuse provenant du contact de l'air extérieur et de la maladie locale.

Les dentistes guérissent aujourd'hui les dents cariées en les *cautérisant*. Quand la carie a pénétré au centre de la dent et que la pulpe dentaire est mise à nu, on cautérise, c'est-à-dire on brûle, on détruit la pulpe dentaire, par un agent caustique, qui est ordinairement un composé arsénical. Si, après la cautérisation de la pulpe dentaire, on obture, avec un alliage ou un métal, la cavité de la dent, l'organe est ainsi soustrait, pour l'avenir, à toute impression douloureuse, parce que le nerf, dans lequel réside sa sensibilité, a été détruit.

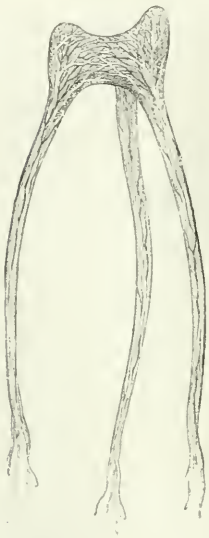


Fig. 5. Pulpe dentaire isolée, avec ses vaisseaux et ses nerfs.

La pulpe dentaire est recouverte de cellules dont les prolongements pénètrent dans les *canalicules* et donnent à ceux-ci leur sensibilité propre.

La pulpe dentaire fait corps avec le *périoste* de l'alvéole, à la racine de la dent, et aucun des petits vaisseaux sanguins qui sillonnent la *pulpe* ne passe dans la masse de la dent.

La pulpe n'est que renfermée dans la cavité de la dent, sans avoir avec la substance de la dent aucun rapport de continuité. Aussi est-il facile de la retirer, avec le nerf auquel elle fait suite, de l'intérieur de la dent, sans que cette pulpe se déchire.

Nous représentons ici (fig. 5) le nerf et la pulpe dentaire ainsi séparés de la cavité dans laquelle cette dernière est contenue.

Les trente-deux petits organes qui viennent de nous occuper sont donc les agents tout spéciaux de la mastication. On sait

Fig. 6. Duverney faisant un cours d'anatomie au duc de Bourgogne, petit-fils de Louis XIV.

pourtant que les mâchoires sont dépourvues de dents aux deux périodes extrêmes de la vie, c'est-à-dire dans l'enfance et dans l'extrême vieillesse.

On prétend que Louis XIV vint au monde avec deux dents, ce qui, joint au fort appétit du nourrisson, contribuait à le rendre particulièrement difficile à allaiter. On fut obligé de changer plusieurs fois ses nourrices, qui ne pouvaient résister longtemps aux morsures du royal bébé. C'est du moins ce que rapporte Dionis, l'un des médecins de la cour de France. Ce fait, s'il

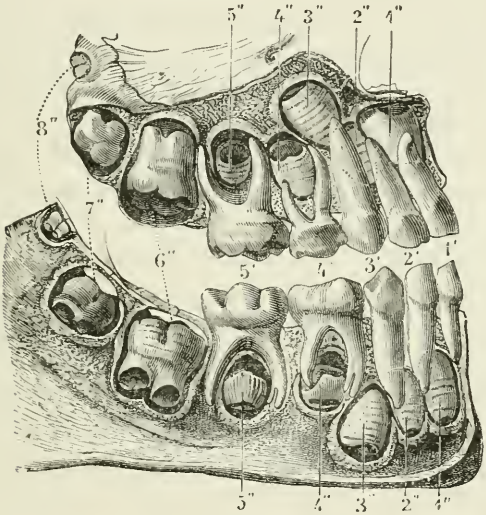


Fig. 7. Les dents de lait.

1', 2', 3', 4' et 5'. Dents de la première dentition, ou *dents de lait*, parmi lesquelles on distingue, de chaque côté, deux incisives, une canine, deux molaires. — 1" à 8". Germes des dents permanentes, ou des *dents de la seconde dentition.*

est authentique, est bien exceptionnel. Presque toujours, en effet, l'évolution dentaire, qui est un des phénomènes critiques de la première enfance, ne commence qu'à l'âge de six à dix mois, et se termine vers l'âge de deux ans ou deux ans et demi. L'enfant est alors armé de vingt *dents de lait*, qui constituent ce que l'on nomme la *première dentition*. C'est ce que savent fort bien les jeunes mères de famille.

Pour faire comprendre la *dentition dans l'enfance*, nous mettons sous les yeux du lecteur une coupe théorique des os de la

mâchoire supérieure et inférieure d'un enfant de deux ans et demi, montrant les *dents de lait* et les germes des dents qui doivent les remplacer, pour composer ce que l'on appelle la *seconde dentition*.

On voit sur la figure 7 les *dents de lait*, au nombre de vingt, à savoir : de chaque côté 2 incisives (4 en tout), 1 canine (2 en tout) et 2 molaires (4 en tout). Ces dents sont représentées sur cette figure par les chiffres 1′, 2′, 3′, 4′ et 5′. Les germes des dents permanentes, ou de la *seconde dentition*, sont représentés par les chiffres 1″, 2″, 3″, 4″, 5″, 6″, 7″ et 8″.

Ce n'est, nous le répétons, que vers l'âge de deux ans à deux ans et demi que la dentition de l'enfance est complète. Pendant les premiers mois, les mâchoires de l'enfant sont entièrement dépourvues de dents. La mastication est donc nulle dans les premiers mois de la vie.

Comme le mode d'alimentation de l'enfant exclut les aliments solides, les dents auraient chez lui, jusqu'à une certaine époque, plus d'inconvénients que d'avantages. L'enfant s'en passe fort bien, en effet. Mais il n'en est pas ainsi chez le vieillard. La perte des dents, à une époque avancée de la vie, rend la mastication laborieuse et incomplète, surtout lorsque les dents qui restent à l'une et l'autre mâchoire ne se correspondent plus entre elles. Mieux vaut alors leur chute complète. Quand il en est ainsi, les gencives deviennent calleuses, et peuvent suppléer, dans une certaine limite, aux dents absentes. La mastication est pourtant toujours imparfaite et pénible. L'hygiène exige donc que le vieillard ait recours à la *prothèse dentaire*, mot harmonieux, d'invention moderne, et qui cache un art bienfaisant.

On ne saurait dire quel immense développement a pris de nos jours l'industrie de la fabrication et de la pose des dents artificielles, et l'on ne peut qu'applaudir à la diffusion générale de cette excellente pratique. Remplacer avec le secours de l'art les dents que la nature a retirées à l'homme, par accident, par maladie, ou par l'effet de l'âge, est un artifice éminemment utile. On assure par ce moyen, l'intégrité des digestions, et l'on entretient l'estomac dans toute sa vigueur. L'emploi général des *appareils dentaires* a certainement contribué à prolonger, dans notre siècle, la durée moyenne de la vie.

Nous voici bien et dûment édifiés sur le rôle des arcades den-

taires dans l'acte de la mastication. Mais, pour qu'elles opèrent la mastication, il faut, de toute nécessité, que les arcades dentaires puissent à volonté s'éloigner ou se rapprocher : s'éloigner, pour laisser à la langue, aux joues et aux lèvres la possibilité d'amener l'aliment dans l'intervalle qu'elles laissent entre elles; se rapprocher, pour diviser cet aliment. Or il est bien évident que les arcades dentaires sont par elles-mêmes dépourvues de toute espèce de mouvement. Elles ne peuvent que suivre ceux qui sont imprimés à la mâchoire qui les supporte. Nous sommes donc naturellement amenés à étudier les mouvements de la mâchoire.

Nous avons dit déjà que la mâchoire supérieure est soudée au crâne. Il faudrait donc, pour qu'elle concourût à l'écartement des dents, qu'elle entraînât la tête tout entière avec elle. Aussi la mâchoire supérieure ne prend-elle presque aucune part à la mastication normale. Pour vous en convaincre, essayez de manger un instant en immobilisant la mâchoire inférieure sur un plan horizontal fixe, sur une table par exemple. Sans doute alors la tête pourra se rejeter en arrière, et avec elle la mâchoire supérieure ; mais on aura bientôt constaté combien un tel mode de mastication serait défectueux et pénible. Normalement, la mâchoire inférieure est donc seule en jeu dans la mastication.

D'une manière générale, on peut dire que plus la mâchoire inférieure est mobile, plus la mastication est complète chez l'homme, qui, sous ce rapport, n'a rien à envier aux animaux les mieux doués.

Les mouvements que décrit la mâchoire inférieure peuvent être ramenés à cinq. Ce sont des mouvements : 1° d'*abaissement*, 2° d'*élévation*, 3° de *projection en avant*, 4° de *rétraction*, 5° enfin de *latéralité*.

Quand on étudie chacun de ces mouvements chez l'homme et dans les différentes classes d'animaux, on est conduit à des considérations d'un très-réel intérêt quant aux rapports de ces mouvements avec le mode d'alimentation de l'animal qui les présente. Là où les mouvements d'abaissement et d'élévation de la mâchoire existent seuls, mais avec une très-grande vigueur, on peut affirmer que l'on a affaire à un animal se nourrissant exclusivement de viande, à un *carnivore*. Là, au contraire, où prédominent manifestement les mouvements de latéralité, on est en droit de penser que l'on a affaire à un animal qui se nourrit exclusivement d'herbes, à un *herbivore*. Si

l'on voit prédominer les mouvements de projection en avant et de rétraction, c'est-à-dire les mouvements en vertu desquels les incisives se meuvent d'avant en arrière les unes au devant des autres, il s'agit d'un animal qui se nourrit de racines, d'un *rongeur*. Si enfin ces différents mouvements sont associés, on doit conclure à un mode d'alimentation mixte.

Ce dernier cas est celui de l'homme, qui, comme on le sait, est *omnivore*.

Des cinq mouvements de la mâchoire que nous avons signalés chez l'homme, les deux premiers, les mouvements d'abaissement et d'élévation, sont de beaucoup les plus étendus, comme aussi les plus importants. Ce sont les seuls sur lesquels nous nous arrêterons.

Le *mouvement d'abaissement* est celui en vertu duquel la mâchoire inférieure s'écarte de la supérieure. Le menton s'abaisse vers la poitrine, et il se fait entre les deux arcades dentaires une ouverture qui peut aller jusqu'à cinq ou six centimètres en avant, au niveau des incisives.

Faisons remarquer que cet abaissement pourrait être effectué par le poids seul de la mâchoire. C'est ce qui arrive chez quelques personnes, pendant le sommeil. Dormir la bouche ouverte, c'est laisser la mâchoire inférieure obéir, sans autre puissance antagoniste, à l'effet de la pesanteur.

Mais l'effet de la pesanteur serait insuffisant pour produire l'abaissement de la mâchoire en vue de la mastication. Aussi ce mouvement est-il exercé par des puissances musculaires. Les muscles de la région supérieure et antérieure du cou (*région sus-hyoïdienne*) sont les agents essentiels de l'abaissement de la mâchoire inférieure.

Le *mouvement d'élévation*, en vertu duquel la mâchoire inférieure, préalablement abaissée, vient frapper sur la supérieure, est remarquable par l'énergie avec laquelle peut se produire ce mouvement, lorsqu'il s'agit de proportionner la force à la résistance. Tout le monde a vu, sur les places publiques, quelques-unes de ces mâchoires intrépides, soulevant résolûment, celle-ci une pierre d'un énorme volume, cette autre un poids de fer de 25, 30 et même 40 kilogrammes. Le grand physiologiste Haller, qui était doué lui-même d'une mâchoire des plus vigoureuses, se plaît à citer, d'après les anciens auteurs, une série de tours de force de ce genre. Nous en remarquons un qui consistait à enlever entre

les dents une table de six pieds de large, à l'extrémité de laquelle était suspendu un poids de cinquante livres.

Un célèbre physiologiste et mathématicien italien. Borelli, a évalué à dix-huit cents livres les forces que déploient les muscles masticateurs. Quelle que puisse être son exagération, cette évaluation est de nature à nous donner pleine confiance dans nos forces pour les besoins de la mastication.

Les muscles qui président spécialement au mouvement d'élévation de la mâchoire sont principalement le *temporal* et le *masséter*. On peut, sans être anatomiste, se rendre compte de leur position. Le muscle *temporal* est cette large masse charnue qui occupe, de chaque côté du crâne, la région à laquelle il a donné son nom (*tempe* ou *fosse temporale*), pour venir de là, en se rétrécissant graduellement, s'insérer à l'éminence osseuse qui termine en avant la branche de la mâchoire inférieure (*apophyse coronoïde*). Le *masséter* est cet autre muscle vigoureux qui, prenant son insertion fixe en haut, sur l'arcade osseuse que l'on remarque immédiatement au-dessus de la mâchoire inférieure (*arcade zygomatique*), recouvre toute la branche de cette mâchoire et occupe une notable partie de l'épaisseur des joues en arrière[1].

On peut reconnaître, pendant la mastication, la contraction des muscles temporal et masséter à travers la peau qui les recouvre.

Comme l'énergie et le volume de ces muscles sont en rapport avec la puissance du resserrement des mâchoires, ils atteignent, chez les grands carnassiers, des proportions considérables. C'est ce qui explique la largeur de la tête de ces animaux. Si le lion a une large et puissante tête, c'est que les muscles qui président à la mastication sont chez ce carnassier d'un très-grand volume, et prennent une place correspondante sur sa tête osseuse.

Nous sommes entré dans d'assez grands détails sur la mastication, en raison de l'importance de cet acte physiologique. On peut dire, en effet, d'une manière générale, que la digestion est d'autant moins laborieuse et d'autant plus productive, que la mastication a été opérée avec un plus grand soin. Elle est d'ailleurs nécessaire pour préparer le phénomène qui accompagne la mastication, c'est-à-dire l'*insalivation*.

1. Le lecteur est prié de se reporter, pour se rendre compte de la situation et de la force relative des muscles *masseter* et *temporal*, aux figures générales du chapitre IX (Mouvements) (pages 543 et suiv.), qui représentent l'ensemble du système musculaire.

INSALIVATION.

A mesure que l'aliment est divisé par la mastication, il est mêlé, molécule à molécule, avec un liquide, la *salive*, mélangé d'une certaine quantité de *mucus*. L'imprégnation des parcelles alimentaires avec ce liquide mixte, déversé à l'intérieur de la bouche, constitue ce que les physiologistes appellent l'*insalivation*.

Le mucus de la bouche est une humeur visqueuse et gluante, provenant de la muqueuse buccale[1]. Il est destiné uniquement à faciliter le glissement de l'aliment sur les parois pharyngiennes, au moment de la déglutition. Son rôle est donc beaucoup moins important que celui de la *salive*, qui seule doit nous arrêter.

La salive est un liquide transparent, inodore, plus ou moins filant, et qui exerce une faible réaction alcaline sur le papier rouge de tournesol. Ce liquide afflue dans la bouche à l'instant de la mastication. D'où vient-il ?

Cette question embarrassait fort l'un des plus célèbres anatomistes et chirurgiens du XVIe siècle, Fabrice d'Aquapendente, qui professa pendant cinquante ans l'anatomie à Padoue. Ayant sous les yeux un malade atteint de fistule salivaire, Fabrice d'Aquapendente se demandait d'où provenait le liquide qu'il voyait s'écouler sur la joue de son client, et il avouait sans détour son ignorance.

Fabrice d'Aquapendente, mort en 1619, n'eut jamais la clef de cette difficulté physiologique.

C'est au célèbre anatomiste danois Sténon que l'on doit la découverte de la véritable origine de la salive. Un anatomiste anglais, Thomas Wharton, avait, il est vrai, décrit, dans son ouvrage *Adenographia*[2], publié à Londres en 1656, un conduit

1. « Le mucus buccal, qu'on croyait autrefois dû à la sécrétion de glandules spé-« ciales, *glandules mucipares*, est, de même que tous les mucus quelconques de « l'économie, le résultat d'une sécrétion directe de la muqueuse et de son épithélium « en l'absence complète d'organes glandulaires. La surface du chorion de la muqueuse « comprise dans les interstices des orifices glandulaires fournit les matériaux de pro-« duction des mucus aux éléments épithéliaux qui les élaborent et en déterminent la « composition ; de sorte que le mucus est en réalité une sorte d'exsudation épithéliale.» (*Etudes et expériences sur la salive considérée comme agent de la carie dentaire*, par le docteur E. Magitot. Paris, 1866, in-8°, page 15. — Extrait des *Mémoires de la Société de Biologie*.)

2. *Adenographia, sive glandularum totius corporis descriptio*, in-8. Londini, 1656.

venant de la glande sous-maxillaire et aboutissant aux parois buccales, mais il avait méconnu le véritable rôle de ce canal ; car, malgré l'existence de ce conduit, auquel on donna son nom, et que l'on appelait le *canal de Wharton*, l'anatomiste anglais attribuait aux nerfs la sécrétion de la salive.

Ce fut Sténon qui tout à la fois découvrit un des canaux excréteurs de la salive, c'est-à-dire le canal qui amène la salive de la glande parotide aux parois buccales, et qui, rectifiant l'erreur de Wharton, proclama que la salive avait pour glandes sécrétoires les glandes sous-maxillaire et parotidienne. Dès lors on n'éleva plus aucun doute sur l'origine de la salive. On reconnut, d'un accord unanime, qu'elle était sécrétée par les glandes sous-maxillaire et parotidienne, et conduite dans la bouche par les *canaux de Wharton* et *de Sténon*.

Le nom de Wharton a laissé peu de traces dans la science, mais celui de Sténon y brille d'un vif éclat. Il ne sera donc pas sans intérêt de rappeler ici les principales circonstances de la vie de cet anatomiste, qui est célèbre dans l'histoire et par ses découvertes anatomiques et par l'esprit de prosélytisme dont il fit preuve, après sa conversion au catholicisme par Bossuet.

Né en 1631, Nicolas Sténon était fils d'un orfévre de Copenhague. Il s'était adonné à l'étude de la médecine, dans sa ville natale, d'après les leçons de Thomas Bartholin et de Pauli. Après avoir été reçu docteur, il se rendit en 1661 à Leyde, où professait un habile anatomiste, François Sylvius. Il passa trois ans à se perfectionner, sous la direction de ce maître, dans la connaissance du corps humain. Il se rendit ensuite en Italie, et suivit à Padoue les leçons de Fabrice d'Aquapendente.

C'est en Italie que Sténon fit la découverte du canal parotidien. Il reconnut pour la première fois ce canal sur une brebis. Wharton et Bels avaient attribué l'origine de la salive et des autres humeurs aqueuses aux nerfs; Sténon démontra que la salive provenait des deux glandes parotidienne et sous-maxillaire.

Nicolas Sténon fit une autre découverte capitale en anatomie: celle du canal lacrymal. Le premier il reconnut le véritable trajet des larmes, qui vont de l'œil aux fosses nasales.

Il fit ensuite des études approfondies sur le cœur. Il démontra que cet organe est un véritable muscle, composé de fibres charnues dans leur milieu, et se terminant par des tendons.

Après avoir passé quelques mois à Amsterdam, Nicolas Sténon se rendit à Paris, en 1664, où il suivit les leçons de chimie de Pierre Borel. Il assista aux *assemblées* de savants qui se réunissaient chez Thévenot, et qui furent le noyau de l'Académie des Sciences de Paris. Il lut dans une de ces assemblées un remarquable mémoire sur le cerveau, dans lequel il combattait un grand nombre d'idées fausses admises à cette époque sur la structure anatomique de cet organe.

Pendant son séjour à Paris, Sténon se trouva en rapport avec Bossuet, qui essaya de le convertir à la religion catholique. Sténon résista, tout en conservant des doutes, qui germèrent bientôt dans son esprit.

Après un séjour de deux ans en France, Sténon se rendit à Vienne, puis en Hongrie, et revint en Italie, pour se mettre en rapport avec les diverses universités de ce pays. L'une des plus célèbres était celle de Padoue. Sténon s'y arrêta longtemps. Enfin le grand-duc de Toscane, Côme III, l'appela à Florence, le fit son premier médecin et lui confia l'éducation de son fils.

Ce fut pendant son séjour à Florence, à la cour de Côme III, que Nicolas Sténon, qui avait été ébranlé à Paris par l'éloquence de Bossuet, se mit à lire les livres catholiques. Les doutes de son esprit firent place à la conviction, et en 1669 il abjura publiquement la religion luthérienne.

Le roi de Danemark, Frédéric III, voulut rappeler dans ses États un homme qui illustrait son pays. Sténon promit de revenir, mais, comme le roi ne voulait point lui accorder l'entière liberté de conscience, il ne se rendit point à ses ordres. Christian V, son successeur, fut plus accommodant. Sténon revint donc à Copenhague, en 1670. Peu de temps après, il fut nommé professeur d'anatomie à Copenhague, avec la liberté de pratiquer la religion catholique.

Cependant, comme il ne trouvait point en Danemark toute la liberté de conscience qu'on lui avait annoncée, il prit le parti de revenir à Florence, où il continua l'éducation du jeune prince, fils de Côme III.

L'état ecclésiastique ayant fini par le tenter, il fut ordonné prêtre, en 1677.

Peu de temps après, le pape Innocent XI le sacra, solennellement, évêque de Titiopolis, en Grèce (fig. 8). A partir de ce moment, Sténon s'adonna entièrement aux devoirs de l'épiscopat.

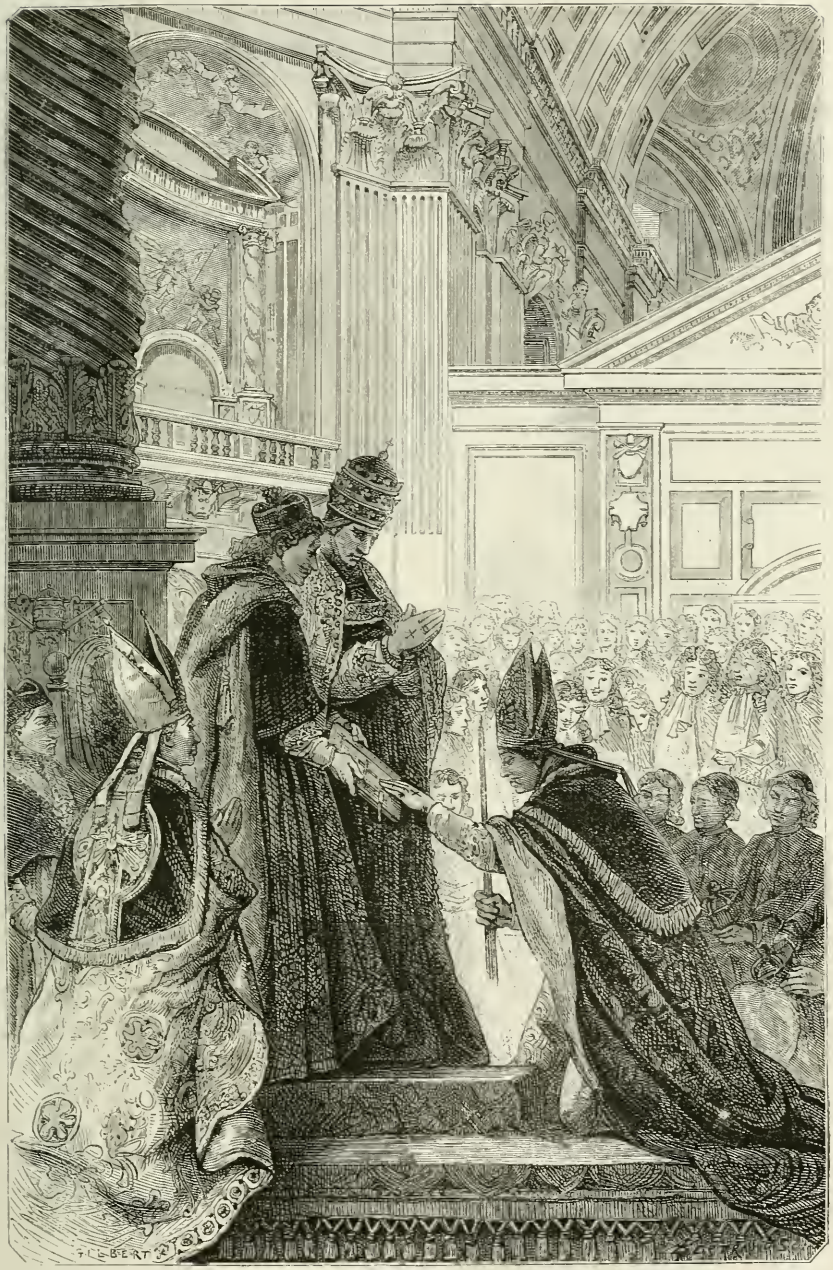


Fig. 8, L'anatomiste Sténon sacré, par le pape Inocent XI, évêque de Titiopolis.

Le duc de Brünswick, qui avait abjuré depuis peu la religion luthérienne, l'appela à sa cour en 1678. Le pape lui permit de s'y rendre, et lui donna le titre de vicaire apostolique dans tout le Nord. Sténon se rendit à pied à Hanovre, et s'acquitta de sa mission avec beaucoup de ferveur.

La religion catholique avait déjà un grand nombre de sectateurs dans l'Église de Hanovre, lorsque le duc de Brunswick vint à mourir subitement. Son frère, l'évêque d'Osnabruck, qui lui succéda, était luthérien zélé : il enjoignit à Sténon de quitter ses États. Celui-ci se retira à Munster, où il joignit ses efforts à ceux de l'évêque Ferdinand de Furstenberg.

A la mort de ce prélat, en 1662, Sténon passa à Hambourg, en qualité de missionnaire, et il eut des démêlés assez vifs avec les jésuites, qui l'accusaient d'une rigidité excessive.

Dégoûté du séjour de Hambourg, il se rendit à Mecklembourg, et de là à Schwerin, où il mourut, le 25 novembre 1686.

Le grand-duc de Toscane fit transporter son corps à Florence, où il fut enseveli dans le tombeau des grands-ducs.

Haller a bien jugé Nicolas Sténon, en l'appelant *Vir industrius, candidus, innocuus et magnus inventor.* Ses découvertes le placent au premier rang des anatomistes du dix-septième siècle.

Vingt ans après la mort de Sténon, un anatomiste allemand, Rivinus, signalait, sur la face inférieure de la langue, une série de petits conduits, que l'on désigne aujourd'hui sous le nom de *conduits de Rivinus.* Ces conduits émanent d'une glande salivaire située dans l'épaisseur de la langue (*glande sublinguale*).

Disons pourtant que la glande *sublinguale* elle-même n'a été découverte que dans notre siècle, par un anatomiste français, Blandin.

Grâce aux découvertes successives que nous venons de rappeler, nous en savons aujourd'hui sur l'origine de la salive bien plus que Fabrice d'Aquapendente ne l'eût soupçonné. Nous savons que les glandes qui produisent la salive sont au nombre de six (trois de chaque côté), placées sous la mâchoire inférieure, autour de laquelle elles sont symétriquement disposées.

Ces glandes sont, en allant de haut en bas : 1° la glande parotide, dont le conduit excréteur, ou *conduit de Sténon*, vient aboutir au niveau de la deuxième dent molaire supérieure ; 2° la *glande sous-maxillaire*, qui déverse son contenu sur les côtés du frein de la langue, par le *canal de Wharton ;* 3° enfin la *glande sub-*

linguale, dont les conduits multiples aboutissent à la face inférieure de la langue, et s'appellent les *conduits de Rivinus*.

La figure 9 représente les trois glandes qui sécrètent la salive et la figure 10 les conduits excréteurs de ces glandes, grossis 60 fois, pour faire mieux apprécier leur disposition.

Des expériences faites, tant sur les animaux que sur l'homme, tendent à faire admettre que chez ce dernier la quantité de

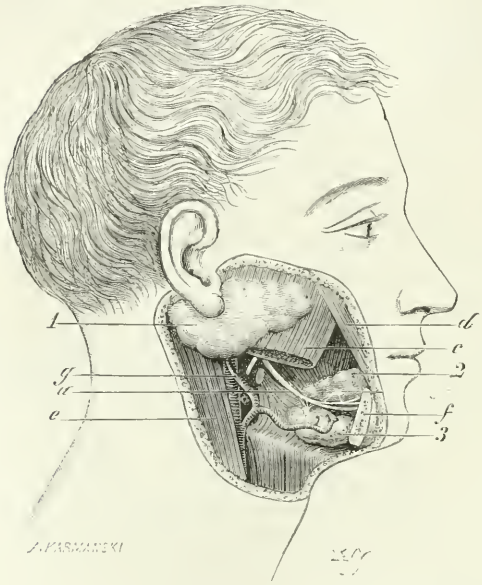


Fig. 10. Glande salivaire, avec ses conduits excréteurs, grossis 60 fois.

Fig. 9. Vue des glandes salivaires, parotide, sublinguale et sous-maxillaire.

1. Glande parotide. — 2. Glande sublinguale. — 3. Glande sous-maxillaire. — *a*. Branche du nerf trijumeau. — *c*. Muscle masséter coupé. — *d*. Muscle grand zygomatique. — *e*. Muscle sterno-mastoïdien. — *f*. Coupe de l'os de la mâchoire inférieure. — *g*. Artère carotide externe et ses divisions.

salive sécrétée dans les vingt-quatre heures, par l'ensemble des glandes que nous venons de signaler, est de 300 à 350 grammes.

La salive arrive à la bouche d'une manière continue. C'est ce que l'on peut aisément constater par le léger mouvement de déglutition que nous opérons à peu près à chaque minute, à l'état de veille, en dehors des repas. Pendant le sommeil, ce mouvement ne se reproduit que toutes les trois ou quatre minutes environ.

La continuité de la sécrétion salivaire entretient sur les parois

buccales l'état d'humidité nécessaire au libre exercice de la parole. On voit quelquefois des orateurs s'arrêter net. Ce n'est pas faute d'idées, mais faute de salive. C'est alors qu'intervient le classique verre d'eau sucrée. L'eau remplace la salive, dont un usage trop prolongé de la parole avait tari le cours.

Mais c'est surtout pendant la mastication des aliments que la salive afflue dans la bouche. Comment se rendre compte de cette surabondance de salive pendant la mastication ?

On a cherché à l'expliquer d'une manière mécanique, c'est-à-dire par les mouvements que la mâchoire inférieure exécute pendant la mastication. De ce mouvement résulterait une certaine compression des glandes salivaires, qui sont disposées autour de la mâchoire inférieure. Sans doute, la compression seule de ces glandes pourrait provoquer l'expulsion de leur contenu, et faciliter par là une sécrétion nouvelle. Il est certain toutefois que les mouvements de la mastication ne produisent pas ou très-peu de sécrétion salivaire. En effet, si l'on force un animal à mâcher, pendant un temps assez long, des substances dépourvues de saveur, comme de l'étoupe, du vieux linge ou d'autres substances insipides, on ne constate aucun écoulement du liquide salivaire.

Tout en réservant une certaine part à l'influence mécanique des mouvements de la mâchoire sur la sécrétion de la salive, il faut donc invoquer une autre cause.

Nous trouvons cette cause dans la présence même de l'aliment. Mettons dans la bouche une substance sapide, et alors même que nous nous appliquerions à laisser les mâchoires dans le repos le plus absolu, alors même que nous les assujettirions l'une à l'autre par des liens, nous n'en sentirions pas moins la salive sourdre dans la bouche et sourdre en abondance.

La présence de l'aliment est donc la cause vraiment efficiente du surcroît d'action des glandes salivaires pendant la mastication. C'est là une de ces merveilleuses *sympathies*, dont la nature se réserve le secret, et que le physiologiste ne peut que constater, sans prétendre à l'expliquer.

Fait remarquable, le simple contact de l'aliment, non plus avec la muqueuse de la bouche, mais avec la muqueuse de l'estomac, excite encore la sécrétion salivaire. Le chirurgien est quelquefois obligé d'injecter des liquides alimentaires directement dans l'estomac, à l'aide d'une longue canule, ou

sonde, dite *sonde œsophagienne*, dans le but de suppléer à la déglutition, devenue impossible par suite d'un rétrécissement ou d'une plaie de l'œsophage. Et ce n'est pas le chirurgien seul qui est forcé quelquefois d'employer la sonde œsophagienne. Des prévenus ou des criminels, décidés à se laisser mourir de faim, ont été conservés à la vie, malgré eux, par l'usage de la sonde œsophagienne. Tel est le cas du sinistre assassin Moyaux, et de la femme Gras, sur lesquels des procès criminels de la cour d'assises de Paris ont appelé l'attention publique, en 1877. Or, quand on fait, dans un but quelconque, arriver à l'estomac un liquide alimentaire, au moyen de la *sonde œsophagienne*, on voit la salive affluer dans la bouche, bien que l'aliment n'ait pu produire aucune stimulation sur la muqueuse buccale, puisqu'il n'a pas été en contact avec elle.

Certaines substances médicamenteuses jouissent de la propriété, toute spéciale, de porter la sécrétion salivaire à son maximum. On les appelle *sialagogues* (de σίαλον, salive, et ἄγω, je conduis). De ce nombre sont les préparations mercurielles. Le tabac agit d'une manière analogue. Et pour le dire en passant, c'est là un des grands inconvénients de ce triste narcotique. Abstraction faite du principe toxique (*nicotine*) que le tabac contient en petite proportion, son usage entraîne, surtout quand on n'en pas encore pris l'habitude, la sécrétion d'une notable quantité de salive, laquelle ne peut être que projetée au dehors, ou avalée inutilement. Dans l'un et l'autre cas, c'est autant de salive perdue pour la digestion. Ces pertes, trop souvent répétées, ne sont pas sans danger, alors surtout que l'organisme, encore incomplètement formé, a besoin de tous ses sucs digestifs pour les besoins de la croissance. Aussi l'amaigrissement est-il l'un des effets constants de l'usage du tabac chez les jeunes gens.

Signalons encore l'influence, bien connue, que la simple vue d'un aliment de haut goût peut exercer sur la sécrétion salivaire. On dit d'un aliment appétissant que *l'eau en vient à la bouche*. Cette locution ne fait que traduire un fait physiologiquement vrai. Quelques gourmets vont plus loin encore : ils assurent que la seule lecture de certaines pages de l'ouvrage de Brillat-Savarin, la *Physiologie du goût*, amène la salive dans leur bouche. On ne saurait imaginer un plus puissant effet littéraire.

Sans discuter la réalité de cet effet, nous nous bornerons

à constater l'influence bien évidente qu'exerce sur la sécrétion salivaire la présence de l'aliment dans la bouche, et la surabondance de ce liquide pendant la mastication. Ce seul fait doit nous indiquer que la salive est alors d'une utilité spéciale. Voyons en quoi cette utilité consiste.

Les usages de la salive, au point de vue de la digestion, sont de deux ordres. Les uns sont purement mécaniques, les autres sont d'ordre chimique.

L'*insalivation* concourt à faciliter la digestion, en rendant la mastication plus complète et plus facile. Quand le pharmacien veut pulvériser des substances résistantes qui, par leur élasticité, peuvent fuir sous le pilon, il ajoute dans le mortier, pour faciliter le broiement, un liquide onctueux, que l'on nomme *intermède*. La salive joue ce rôle particulier dans la mastication.

Ce but est si bien dans les vues de la nature, que la salive se déverse au voisinage des dents qui sont le plus souvent en exercice. C'est ainsi que, chez l'homme, les deux glandes salivaires les plus volumineuses et les plus importantes, les *glandes parotides*, déversent leur contenu au niveau des dents molaires, c'est-à-dire des dents qui opèrent tout spécialement le broiement. Mais voici un argument plus probant encore. Certains animaux, le cheval par exemple, présentent cette particularité qu'ils mâchent leur nourriture alternativement d'un côté et de l'autre. Or, si, à l'exemple de M. Colin, d'Alfort, on adapte un réservoir artificiel au canal excréteur de l'une et de l'autre glande parotide, voici ce que l'on constate. La quantité de salive qui s'écoule du côté où a lieu la mastication, est, dans le même laps de temps, double, triple, quadruple même, de celle qui provient de la glande opposée. Que le sens de la mastication change, et aussitôt le rapport inverse s'établit. On ne saurait imaginer une preuve plus convaincante de la connexion intime qui unit l'une à l'autre la mastication et l'insalivation.

L'utilité de la salive pour faciliter l'acte mécanique de la déglutition, n'est pas moins évidente. Essayons d'avaler directement des substances qui, par leur état de division, peuvent se passer de la mastication, par exemple de la farine. Quelque efforts de déglutition que nous fassions, ils resteront infructueux jusqu'à ce qu'une certaine quantité de salive soit venue imprégner la farine et faire pâte avec elle. Il y a plus: on

peut poser, d'une manière générale, ce principe, que la quantité de salive absorbée est en rapport constant avec le degré de sécheresse de l'aliment ingéré. Des expériences nombreuses, contrôlées par une commission de l'Institut, n'ont laissé aucun doute sous ce rapport. Voici une de ces expériences. On coupe en travers l'œsophage d'un animal. On lui donne un aliment, qu'on a eu soin de peser à l'avance. Cet aliment, mâché et avalé, est ensuite recueilli par la plaie œsophagienne. On le pèse alors de nouveau. Il est clair que l'augmentation de poids représente la quantité de salive dont il s'est imprégné. Or si, comme nous le voyons relaté dans une expérience, on a donné à l'animal 250 grammes de fécule et de son mélangés à l'état sec, on voit qu'il y a eu 475 grammes de salive absorbée. Mais si l'on fait prendre au même animal le même poids de ces substances préalablement délayées dans un litre d'eau, la quantité de salive absorbée n'est plus que de 6 grammes.

Former avec l'aliment, préalablement divisé par la mastication, une sorte de pâte, dont la mollesse se prêtera aisément à la forme des organes qu'elle doit traverser, tel est donc l'usage de la salive au point de vue de la déglutition.

Quand l'aliment est réduit à cet état de pâte, il porte en physiologie un nom particulier : on le nomme le *bol alimentaire*. Ce terme a été emprunté par les physiologistes au langage de la pharmacie. On nomme, en effet, *bol*, en pharmacie, un ordre particulier de médicaments solides. Le *bol* est une grosse *pilule*. Il diffère de la *pilule* par son plus grand volume, et surtout par sa consistance plus molle, qui permet de l'avaler. Quand donc on dit que l'aliment est parvenu à l'état de *bol alimentaire*, cela signifie qu'il a été réduit à un état de consistance qui le rend physiquement apte à être *avalé*.

Le rôle de la salive, dans la mastication d'une part, dans la déglutition de l'autre, est donc, comme nous l'avons dit, tout mécanique. L'eau pourrait, au besoin, suppléer à la salive. C'est ce qu'ont déjà prouvé les expériences rapportées plus haut. La nature l'a si bien compris, qu'elle n'a point accordé de salive aux animaux qui prennent leur nourriture dans l'eau. On ne saurait désirer de plus intéressante, de plus élégante démonstration, on peut le dire, à une assertion physiologique, que celle que nous donne ici le règne animal.

Outre son action purement mécanique, la salive exerce, avons-

nous dit, sur les aliments une *action chimique*. Voyons quelle est cette action chimique.

Le rôle chimique de la salive consiste, dans la digestion, ou la *saccharification des fécules*. On désigne par ce mot la propriété dont jouit la salive de transformer les matières féculentes en dextrine d'abord, puis en sucre, en un sucre spécial, qu'on appelle *sucre de fécule*, ou *glycose* Tout ceci demande des explications.

La fécule, ou *matière amylacée*, est la substance la plus répandue dans les plantes qui servent à notre alimentation. Le froment, à l'aide duquel on confectionne le pain, a pour base la fécule. Il en est de même du fruit des autres céréales : orge, seigle, avoine, riz, maïs. Les tubercules de la pomme de terre, les fruits du châtaignier, les graines des plantes légumineuses, telles que haricots, fèves, pois, lentilles, sont très-riches en fécule. Les semences de sarrasin (dont la farine sert, chez nos paysans bretons, à confectionner le pain, les bouillies et les galettes) sont également riches en fécule. Les différentes pâtes sèches qui forment quelques-uns de nos potages, sont autant de substances amylacées. Le *vermicelle*, par exemple, est fait avec de la fleur de farine de froment, fleur à laquelle on réserve le nom de *gruau* ou *semoule*, quand on l'a réduite en petits grains sphériques. Le *macaroni*, moulé en cylindres creux plus gros que ceux du vermicelle, a une composition analogue : il est fait avec la farine de riz ou de froment pur. Le *tapioca* n'est autre chose que la fécule séchée de la racine du manioc (*Jatropha manihot*), plante exotique de la famille des Euphorbiacées. L'*arrow-root* est la fécule extraite du rhizome, ou tige souterraine, du *Maranta arundinacea*, plante monocotylédone, originaire des Indes orientales. Le *sagou*, qui nous vient également des Indes orientales, est encore une substance amylacée que l'on retire de la moelle de plusieurs espèces de palmiers, particulièrement du *Sagus farinacea*, du moins quand on ne le fabrique pas de toutes pièces, dans nos pays, avec de la fécule de pomme de terre. Enfin le *salep*, tel qu'il nous vient de l'Asie Mineure, est une autre fécule extraite des tubercules de diverses espèces d'orchis, particulièrement de l'*Orchis mascula*. Les bulbes de nos *orchis* indigènes nous fournissent, du reste, un salep qui le cède peu au véritable salep oriental.

Les détails dans lesquels nous venons d'entrer feront comprendre l'extrême importance des matières amylacées au point

de vue de l'alimentation. Or, toutes ces fécules, à quelque espèce qu'elles appartiennent, ont pour caractère générique d'être insolubles dans l'eau. Chauffées avec une quantité suffisante d'eau, leurs grains se gonflent, il est vrai, et forment, avec ce liquide, une pâte gélatineuse, connue sous le nom d'*empois;* mais dans l'empois la fécule est simplement distendue par l'eau : c'est une simple suspension et non une dissolution de la fécule dans l'eau. Étant insolubles, ces substances sont, par ce seul fait, rebelles à l'absorption. Pour qu'elles deviennent assimilables, il faut, de toute nécessité, qu'elles soient métamorphosées en un principe soluble. Ce principe soluble, c'est le *glycose*, ou *sucre de fécule*, qui a, d'ailleurs, la même composition chimique que la fécule elle-même, à cela près de la fixation d'une molécule d'eau.

Le but de la transformation de la fécule en sucre dans les voies digestives, est maintenant dévoilé. Sans la saccharification, la masse de féculents que nous ingérons serait rejetée tout entière, comme non absorbable, et traverserait ainsi sans profit le tube digestif. Sa transformation en glycose la rend soluble, et par conséquent assimilable.

Disons tout de suite que l'insalivation n'a pas tous les honneurs de la métamorphose alimentaire qui nous occupe. L'histoire de la digestion dans l'intestin grêle nous prouvera que la saccharification de la fécule est opérée en grande partie par deux autres liquides digestifs, à savoir le suc pancréatique et le suc intestinal ; mais cette transformation a déjà commencé dans la bouche et dans l'estomac, par l'effet chimique de la salive. C'est ce qu'il nous reste à établir.

Le fait peut être facilement constaté. Que le lecteur veuille bien s'observer lui-même, avec quelque attention, lorsqu'il mange du pain. Au bout de quelques instants de mastication, il sentira que la saveur fade qu'il a perçue d'abord, est remplacée par une saveur sucrée. Cette saveur nouvelle ne peut provenir que de la transformation d'une certaine quantité de fécule en sucre de fécule, ou *glycose*.

Si, comme le conseille Longet, nous mettons un instant dans notre bouche de la colle d'amidon, c'est-à-dire de la fécule hydratée par l'action de l'eau chaude, la saveur sucrée sera plus rapidement perçue encore qu'avec le pain.

Voulons-nous une preuve plus décisive? La chimie nous la

fournira. Cette science nous enseigne que tout liquide tenant en suspension de la fécule, parfaitement incolore en soi, a la propriété, caractéristique, de devenir bleu instantanément, quand on y ajoute la plus faible quantité d'une solution d'iode, tandis que le glycose n'est aucunement coloré par l'iode ; — et qu'en revanche, le glycose a la propriété caractéristique de brunir fortement quand on chauffe sa dissolution avec un peu de potasse.

Voici une expérience très-simple qui permettra à chacun de contrôler *de visu* la transformation en sucre de la fécule de blé, c'est-à-dire de l'amidon. Prenons de l'empois ou de la colle d'amidon, qui n'est, comme nous l'avons dit, que de la fécule de blé distendue dans l'eau. Prenons plus simplement du *pain azyme*, qui n'est autre chose que du pain sans levain étendu en feuilles très-minces, c'est-à-dire de la fécule dans un état de désagrégation qui facilite l'action salivaire, et mâchons un instant l'une ou l'autre de ces substances. En moins d'une minute, nous constaterons que le goût fade de l'empois, ou du pain azyme, est remplacé par une saveur sucrée. Rejetons alors sur un filtre le contenu de notre bouche. Broyons, d'autre part, dans un mortier, du pain azyme ou de l'empois avec de l'eau distillée et jetons le liquide sur un autre filtre ; traitons alors par la teinture d'iode les deux liquides filtrés. Le premier, celui qui provient de la mastication, ne sera pas influencé par l'iode, ce qui prouve que toute la fécule a été transformée en sucre. Le second, au contraire, celui qui a été retiré du mortier, offrira tout de suite la teinte bleue très-foncée de l'iodure d'amidon, signe caractéristique de la présence de la fécule.

Si nous faisons la contre-partie de l'expérience, nous verrons, au contraire, que le dernier liquide chauffé avec la potasse, ne se colorera pas, tandis que le premier prendra une couleur, d'un brun rougeâtre, dénonçant la présence du glycose.

Cette transformation de la fécule en sucre est aujourd'hui un fait parfaitement acquis à la science. Ajoutons que l'on a même pu, isoler le principe auquel la salive doit de pouvoir opérer cette métamorphose. M. Mialhe est parvenu à extraire ce principe, sous la forme d'une matière solide, blanche, amorphe, qui a reçu le nom de *ptyaline*, ou *diastase salivaire*.

La *diastase salivaire* est une substance azotée spéciale, un ferment analogue à celui qui, dans l'orge germée, opère cette

même transformation de la fécule en sucre pendant la fabrication de la bière.

La salive ne contient qu'une très-petite proportion de *ptyaline;* mais l'activité de cette substance est telle, qu'elle peut convertir en sucre plus deux mille fois son poids de fécule.

Nous venons de voir que les modifications subies par l'aliment dans la bouche, se groupent sous deux chefs : la mastication et l'insalivation. Nous venons d'étudier l'une et l'autre de ces opérations. Nous avons vu l'aliment, fuyant sous la rencontre des deux mâchoires, être incessamment repoussé entre elles, pendant leur écartement, par l'action combinée de la langue, des lèvres et des joues. L'aliment a été, à différentes reprises, coupé par les dents incisives, déchiré par les canines, broyé par les molaires. En même temps, la salive, affluant dans la bouche, s'est intimement mêlée avec l'aliment. Pendant qu'elle transformait en sucre une partie de sa fécule, la salive, en s'incorporant avec le bol alimentaire, en a fait une pâte molle et flexible, ce que nous avons nommé *bol alimentaire*, lequel lubrifié à sa surface par le mucus buccal, va pouvoir s'accommoder aisément à la forme des parois pharyngiennes. Dès lors l'aliment n'a plus rien à faire dans la bouche. Il va passer outre, et cela par le troisième acte de la digestion, c'est-à-dire par la *déglutition*.

DÉGLUTITION.

Avaler ou *déglutir*, c'est tout un : l'un est le mot vulgaire, l'autre est le terme physiologique. La *déglutition* consiste dans le voyage que fait l'aliment de la bouche à l'estomac. Pour aller de l'une à l'autre de ces cavités, le bol alimentaire doit franchir deux couloirs intermédiaires, à savoir : le pharynx et l'œsophage.

La déglutition demande, pour s'exécuter, moins de temps qu'il ne nous en faudra pour la décrire. Il est plus facile d'ailleurs de l'accomplir que de l'expliquer. *Difficillima particula physiologiæ* (c'est une partie très-difficile de la physiologie), disait Haller, lequel, comme on le sait, s'entendait pourtant en semblables matières. Disons toutefois que les successeurs de Haller ont parfaitement étudié cet acte physiologique, et l'ont

rendu suffisamment clair, surtout pour celui qui ne veut qu'avoir une idée exacte de l'ensemble du phénomène, sans s'arrêter

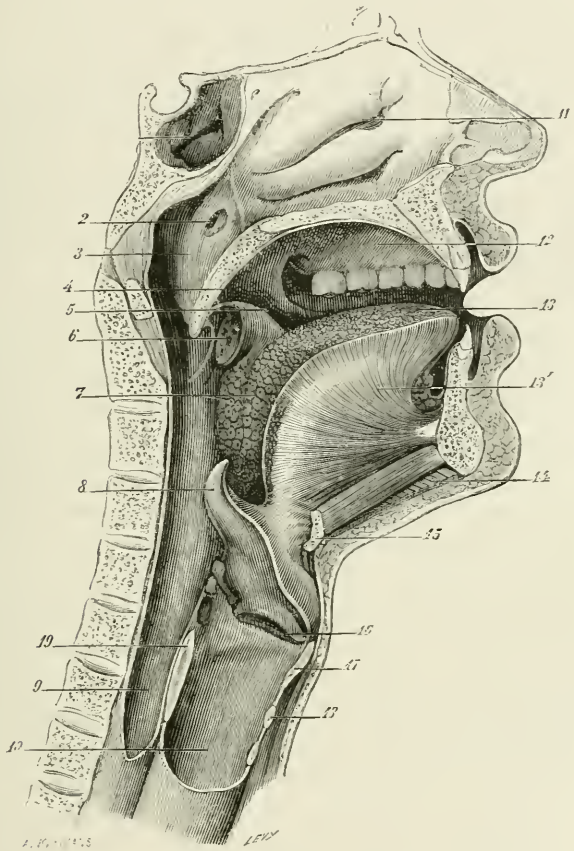


Fig. 11. Coupe de l'arrière-bouche, montrant le pharynx, l'épiglotte, l'entrée de l'œsophage et du larynx

2. Orifice interne de la trompe d'Eustache. — 3. Arrière-cavité des fosses nasales. — 4. Voile du palais. — 5. Pilier antérieur du voile du palais, il recouvre en partie l'amygdale. — 6. Amygdale. — 7. Base de la langue. — 8. Épiglotte. — 9. Portion laryngienne du pharynx. — 10. Cavité du larynx. — 11. Cornet moyen des fosses nasales. — 12. Voûte palatine. — 13. Lame fibreuse médiane de la langue. — 13'. Coupe de la langue. — 14. Coupe du muscle mylo-hyoïdien. — 15. Coupe de l'os hyoïde. — 16. Ventricule du larynx. — 17. Coupe du cartilage thyroïde. — 18. Coupe de la partie anterieure du cartilage thyroïde. — 19. Coupe de la partie postérieure du cartilage cricoïde.

au rôle isolé de chacun des petits agents anatomiques qui y concourent.

Pour passer de la bouche dans l'estomac, il faut qu'à un ins-

tant donné le bol alimentaire soit soumis à une force qui le pousse d'avant en arrière, de manière à l'amener vers cette partie rétrécie, cette espèce de détroit formé par les piliers du voile du palais, que l'on nomme l'*isthme du gosier*. Il faut que de là il parcoure et le pharynx et l'œsophage. Il faut surtout que, dans cette traversée, il évite de refluer en partie dans la bouche, d'être rejeté par les fosses nasales, et de se fourvoyer dans les voies aériennes. Tout cela est, en définitive, assez compliqué, et l'on ne saurait trop admirer les précautions que la nature a mises en œuvre pour éviter autant d'obstacles. Pour mettre un peu d'ordre dans cette étude, nous diviserons l'opération de la déglutition en trois *temps*.

Avec Gerdy, Bérard et Longet, nous admettrons que dans le *premier temps* de la déglutition, le bol alimentaire est conduit jusqu'à l'isthme du gosier, jusqu'aux piliers antérieurs du voile du palais, point qu'il ne dépasse pas. Dans le *second temps*, qui est le plus remarquable, nous le verrons parcourir tout le pharynx, et arriver à la partie supérieure de l'œsophage. Dans le *troisième temps*, il franchira l'œsophage dans toute son étendue, et débouchera dans l'estomac.

Examinons successivement ces trois *temps*.

La figure 11 qui montre une coupe de l'arrière-bouche, du pharynx, de l'épiglotte et des fosses nasales, permettra au lecteur de suivre plus facilement cet exposé.

Quand la mastication et l'insalivation, bien et dûment opérées, ont amené l'aliment à l'état de *bol* et qu'il n'a plus rien à faire dans la bouche, si l'on essaye de l'y conserver quelque temps, on s'aperçoit que ce n'est pas chose facile. Une sensation vague, fugace, instinctive, comme toutes celles de la vie nutritive, nous porte à l'avaler. Au moindre instant de distraction, il n'y aura plus rien dans la bouche : notre prisonnier se sera échappé!

Le *premier temps* de la déglutition est pourtant encore soumis à notre volonté, et nous pouvons le ralentir, de manière à l'observer un peu de près. Dans ce premier *temps*, avons-nous dit, le bol alimentaire doit cheminer d'avant en arrière, jusqu'à l'isthme du gosier. Si nous voulons nous rendre compte sur nous-mêmes de ce qui se passe alors, voici ce que nous constatons. D'abord, l'ouverture buccale se ferme, par le rapprochement des mâchoires et des lèvres. Toute issue en avant devient dès lors impossible. Cela étant, la langue commence par rame-

ner toutes les matières, convenablement insalivées, dans le centre de la bouche. Elle en fait un tout bien homogène et, se glissant sous cette masse, elle l'amène sur sa face supérieure, et la charge sur son dos, si l'on peut s'exprimer ainsi. Recourbant alors brusquement et sa pointe et ses bords, elle emprisonne le bol alimentaire dans une sorte de canal, limité en haut par la voûte palatine ; en bas, sur les côtés et en avant, par la gouttière contractile qu'elle forme elle-même au-dessus et qui va se rétrécissant de plus en plus. Le bol alimentaire se trouve ainsi acculé dans une impasse qui n'a qu'une issue possible : l'entrée du pharynx. La pointe de la langue continuant à le refouler de plus en plus en arrière, l'amène forcément à ce point, c'est-à-dire, à l'entrée du pharynx. Le premier temps de la déglutition est dès lors accompli.

Le *deuxième temps* est si rapide, si brusque, si involontaire, il nous surprend toujours tellement à l'improviste, qu'il nous échapperait, si, pour l'observer, nous n'étions pas bien sur nos gardes.

Chacun de nous a remarqué, à quelques centimètres au-dessous de la mâchoire inférieure, à la partie supérieure et antérieure du cou, une petite saillie, qui donne au doigt, qui la presse, une sensation d'une résistance cartilagineuse. Beaucoup plus développée chez l'homme adulte que chez la femme et l'enfant, cette partie saillante est ce que l'on désigne vulgairement sous le nom de *pomme d'Adam* (partie supérieure et antérieure du cartilage thyroïde du larynx, fig. 11, n° 17). Or, si nous plaçons un doigt en ce point, au moment de la déglutition, nous sentirons que, tout à coup, cette saillie subira un brusque mouvement d'élévation, puis retombera, brusquement aussi, à sa place primitive. Le *second temps* de la déglutition vient de s'accomplir.

A peine est-il commencé, que déjà il est fini. Pendant ce moment, pour ainsi dire insaisissable, tant il est rapide, le bol alimentaire a franchi l'isthme du gosier, c'est-à-dire l'entrée du pharynx, traversé le pharynx dans toute sa longueur, et il est en sûreté à la partie supérieure de l'œsophage, après avoir triomphé d'un triple écueil. Il a, en effet, évité : 1° le reflux dans la bouche; 2° le rejet par les fosses nasales; 3° enfin et surtout, l'entrée dans les voies aériennes, accident qui amènerait la suffocation, c'est-à-dire la mort, ni plus ni moins.

Ce *deuxième temps* est tout simplement admirable, dans sa ra-

pidité. Cherchons à l'approfondir un peu. Nous avons dit ce qu'a fait le bol alimentaire, ce qu'il a évité; voyons, avec quelque précision, comment il a exécuté ces tours de force.

Nous avons laissé, à la fin du *premier temps*, le bol alimentaire à l'entrée de l'isthme du gosier, au niveau des piliers antérieurs du voile du palais. Arrivé au contact de la membrane muqueuse de l'arrière-bouche, il produit la sensation d'un corps étranger, comme le fait la plus petite quantité de salive qui s'y présente et que nous avalons aussitôt. Le seul contact du bol alimentaire détermine ce que l'on appelle une *action réflexe*, c'est-à-dire un ensemble de contractions involontaires, consécutives à un phénomène de sensibilité dont nous n'avons pas conscience.

A partir de cet instant, en effet, notre volonté ne pourra plus intervenir pour diriger les mouvements divers nécessités par la digestion. Tous ces mouvements s'opéreront sans notre participation, par la seule influence du système nerveux ganglionnaire, lequel constitue une petite république à part, qui ne relève que d'elle-même, et ne nous demande pas conseil sur les différents actes de la vie nutritive. Les actes digestifs, à partir de la déglutition, s'accomplissent, que nous le voulions ou non, le plus souvent sans que nous nous en doutions. Tout ce que nous pouvons faire, c'est de constater leur résultat. Or le résultat des contractions que nous avons signalées dans les puissances musculaires du pharynx, c'est d'élever brusquement toute la partie inférieure de cet organe. C'est alors que se produit le mouvement que nous avons constaté en appliquant le doigt sur la *pomme d'Adam*, c'est-à-dire la saillie du larynx, lequel larynx étant intimement uni à la partie inférieure du pharynx ne peut s'élever sans entraîner celle-ci avec lui.

Donc, aussitôt qu'il est averti de la présence du bol alimentaire à l'isthme du gosier, par la pression exercée sur la muqueuse, le pharynx se porte de lui-même au-devant de l'aliment. Il vient saisir l'aliment, situé encore de l'autre côté du voile du palais, à travers ce voile lui-même. Enserrant l'un et l'autre dans un de ses anneaux musculaires essentiellement vigoureux (*muscle constricteur supérieur*), il avalerait d'un seul coup et l'aliment et le voile du palais lui-même, si ce dernier n'était solidement attaché à la voûte palatine et ne lui abandonnait immédiatement la proie que la langue vient d'amener au-devant de ses piliers antérieurs. Aussitôt (par la contraction des muscles

glosso-staphylins) ces deux piliers se referment derrière le bol alimentaire auquel ils viennent de livrer passage, empêchant, par cela même, son retour dans la bouche. Ils sont aidés dans ce mouvement par la base de la langue, qui, se relevant et s'arc-boutant derrière eux, vient leur prêter main-forte.

Voilà donc l'entrée du pharynx franchie et un premier écueil, c'est-à-dire le retour de l'aliment dans la bouche, évité.

Une fois en possession de sa proie, le pharynx la pousse rapidement, de haut en bas, en resserrant successivement, de haut en bas aussi, les anneaux musculaires qui le constituent. Fuyant sous cette pression énergique, le bol alimentaire doit nécessairement s'engager dans la seule issue qu'il trouve ouverte, c'est-à-dire l'entrée de l'œsophage.

Nous disons que l'entrée de l'œsophage est la seule issue que l'aliment trouve ouverte. On voit cependant, par la figure 11, que le pharynx est un couloir commun tout à la fois et aux voies digestives et aux voies respiratoires, à l'air tout aussi bien qu'à l'aliment. Chacun de ces deux principes, également importants, l'air et l'aliment, a dans le pharynx deux ouvertures, deux portes distinctes, une d'entrée, l'autre de sortie. La porte d'entrée de l'aliment, c'est l'isthme du gosier. Elle est franchie, et se trouve actuellement close : nous venons de voir comment. La porte de sortie, c'est l'entrée œsophagienne, que nous venons de dire ouverte devant l'aliment poussé par les contractions pharyngiennes. Il nous reste donc à voir comment, au moment de la déglutition, les deux ouvertures aériennes, celle d'entrée, représentée par l'orifice postérieur des fosses nasales, celle de sortie, représentée par l'ouverture supérieure du larynx, comment, disons-nous, ces deux issues sont closes l'une et l'autre, et empêchent ainsi, l'une le rejet de l'aliment par les fosses nasales, l'autre son entrée dans les voies pulmonaires.

La manière dont le pharynx vient de saisir l'aliment à l'isthme du gosier, nous est encore présente à l'esprit. Elle peut, disons-nous, expliquer comment le bol alimentaire enserré dans l'anneau supérieur du pharynx peut éviter les fosses nasales. L'anneau pharyngien, en effet, pour venir appréhender l'aliment à travers le voile du palais, doit passer devant l'orifice postérieur des fosses nasales, et le fermer en grande partie. Cela cependant ne suffit pas. Ce qui le prouve, c'est que dans les paralysies du voile du palais (comme on en observe quelques cas, notam-

ment après les angines couënneuses), les aliments et les boissons sont rejetés par le nez, bien que le pharynx conserve l'intégrité de ses mouvements. Le voile du palais joue ici un rôle important. Il concourt à l'occlusion des arrière-narines, et par sa portion horizontale et par ses piliers postérieurs, qui s'opposent très-efficacement, pour leur part, à ce que l'aliment puisse s'échapper par la partie supérieure du pharynx où viennent déboucher les arrière-narines. Rapprochement des piliers postérieurs du voile du palais, — soulèvement de la partie horizontale du voile, — enfin manière dont le pharynx entoure le bol alimentaire à l'isthme du gosier, — telle est donc la triple précaution que nature oppose au rejet des aliments solides ou liquides par les fosses nasales.

Il nous reste à dire comment est évitée leur introduction dans les voies pulmonaires.

Sans être anatomistes, nos lecteurs savent que l'air arrive aux poumons par un conduit cartilagineux placé au-devant de l'œsophage, et que l'on nomme *trachée-artère*. Ce conduit est terminé, supérieurement, par un renflement, qui porte le nom de *larynx*. A l'intérieur du larynx existent quatre petits replis, dont les deux inférieurs, un peu plus volumineux, se nomment les *cordes vocales*. L'espace compris entre l'écartement des cordes vocales, se nomme la *glotte*. L'ouverture supérieure du larynx, laquelle vient déboucher dans le pharynx, est armée d'un petit opercule fibro-cartilagineux, qui a nom *épiglotte*, et qui, en s'abaissant, peut fermer complètement le conduit aérien.

Nous ferons plus ample connaissance avec toutes ces parties de notre individu, en parlant de la respiration et de la phonation. Les détails sommaires que nous venons de donner, nous suffisent pour le moment, mais tous vont recevoir immédiatement leur application.

Si la description à gros traits que nous venons de faire laissait quelque confusion dans l'esprit du lecteur, il n'aurait, pour se rendre compte de la disposition générale qui vient d'être signalée, qu'à s'arrêter un instant devant l'étal d'un boucher. Il y verrait deux gros organes rosés (ce qu'on appelle vulgairement le *mou*) qui ne sont autre chose que deux poumons, appendus à un conduit blanchâtre, lequel est la *trachée-artère*. Si le couteau du boucher a laissé intacte la trachée-artère, on re-

marquera à son extrémité un gros renflement : c'est le *larynx*, armé de son *épiglotte*. Un coup d'œil jeté à l'intérieur du larynx, fera voir les deux replis inférieurs que nous avons signalés sous le nom de *cordes vocales*, laissant entre elles un petit espace triangulaire, que l'on nomme la *glotte*.

L'opercule blanchâtre qui surmonte en haut le larynx, et que nous avons appelé *épiglotte*, mérite une attention particulière. C'est une petite soupape mobile, qui semble faite tout exprès pour s'appliquer sur l'ouverture laryngienne, à l'instant où les aliments passent au-devant d'elle. Telle est, en effet, la pensée qui est venue à tous les physiologistes, et pendant longtemps on ne chercha pas d'autre cause à l'occlusion du larynx. On admettait que l'aliment, en passant, déprimait cette soupape, et passait sur ce pont-levis, dont l'abaissement protégeait suffisamment l'entrée des voies aériennes. Cette explication semblait à l'abri de tous les doutes. Mais, en 1813, le physiologiste Magendie s'avisa d'exciser l'épiglotte à des chiens, et ces chiens n'en continuaient pas moins de bien avaler. Magendie en conclut que *l'on peut enlever en totalité l'épiglotte à un animal sans que la déglutition en souffre aucun dommage* [1].

Magendie avait trop amoindri le rôle de l'épiglotte. Reprenant ses expériences, Longet excisa l'épiglotte à des chiens, et il reconnut que si les aliments solides passent assez facilement dans l'œsophage, sans le secours de cet opercule, il n'en est plus de même des liquides. Quand l'excision de l'épiglotte est bien complète, la déglutition est constamment suivie, chez les chiens ainsi opérés, d'une toux convulsive, due à l'entrée d'une portion du liquide dans la partie supérieure du larynx.

Quel est donc le rôle précis de l'épiglotte ? Longet admet que l'épiglotte redressée remplit l'office d'une digue, qui empêche la chute des liquides dans les voies aériennes, en les dirigeant dans les deux rigoles latérales de la face postérieure du pharynx, rigoles qui viennent déboucher directement dans l'œsophage.

Longet a trouvé dans les ouvrages de chirurgie des observations qui confirment ses expériences. Parmi ces observations, il en est une fort intéressante, empruntée à la *Clinique chirurgicale de Larrey*.

1. Magendie, *Expériences physiologiques*, tome II, page 66, 4e édition.

Le célèbre chirurgien eut à panser, sur un champ de bataille, dans la campagne d'Égypte, Murat, qui venait d'avoir le cou traversé par une balle. Le projectile avait échancré la base de la langue et coupé la partie flottante de l'épiglotte. En effet, cet organe fut expectoré, après quelques menaces de suffocation. Cette plaie de l'épiglotte rendait la déglutition si difficile, que Larrey fut obligé d'avoir recours à la sonde œsophagienne, pour faire prendre des aliments au général blessé. Cependant Murat guérit assez rapidement, une fois la cicatrisation de la plaie obtenue, et la déglutition s'opéra chez lui très-normalement, pendant tout le reste de sa vie, bien qu'il fût privé d'épiglotte.

Un soldat de la 32e brigade d'infanterie offrit à Larrey une observation analogue. Ce soldat, qui avait été blessé à la gorge, éprouvait de grandes difficultés pour avaler les liquides. L'épiglotte avait été enlevée en totalité, car le soldat la présenta lui-même à son chirurgien, immédiatement après sa blessure. Cependant, après sa guérison il put avaler comme à l'ordinaire, en dépit de l'absence de l'épiglotte.

Concluons de ce qui précède que, conformément aux assertions de Magendie, la déglutition des solides peut s'effectuer à peu près normalement sans épiglotte. Dès lors, la nature a dû prendre d'autres précautions, pour garantir, pendant la déglutition, l'entrée des voies aériennes. C'est ce qui a lieu en effet.

De ces précautions, celle qui nous paraît la plus importante, c'est la projection du larynx en haut et en avant, phénomène que nous avons déjà signalé. Ce mouvement, se combinant avec la propulsion de la langue en arrière, la base de cet organe recouvre l'ouverture supérieure du larynx, qui vient d'elle-même se cacher sous la langue. On se convaincra de la réalité du mécanisme que nous venons de signaler, si, à l'exemple de Longet, on s'oppose plus ou moins complètement au mouvement d'élévation du larynx, en le retenant fortement en bas, en même temps que, tenant la pointe de la langue hors de la bouche, on gêne le mouvement de retrait de sa base. Si dans ces conditions on place un aliment à l'isthme du gosier, on se convaincra que la déglutition est suivie d'une toux assez vive, même chez les animaux dont l'épiglotte est intacte, et d'une toux plus vive encore chez ceux dont l'épiglotte a été enlevée.

Cette toux qui dénonce l'entrée de l'aliment dans les voies

respiratoires, est elle-même une nouvelle précaution de la nature, pour assurer l'exercice normal de la déglutition. La toux n'est autre chose, en effet, qu'une brusque expiration, c'est-à-dire une rapide sortie d'air, ayant pour but d'expulser hors du tube aérien l'aliment qui s'y serait malheureusement engagé. C'est là un phénomène nerveux d'ordre réflexe. Sa cause, c'est l'impression que produit sur la sensibilité de la muqueuse laryngée, le seul fait du contact de l'aliment. La muqueuse des voies respiratoires ne reconnaît et n'admet le passage que d'un seul corps : l'air. Elle s'irrite du contact de toute substance autre que l'air. Les nerfs de sensibilité dont elle est pourvue, préviennent immédiatement les centres nerveux ganglionnaires de la présence d'un hôte importun. Ceux-ci, réagissant par l'intermédiaire des nerfs moteurs, transmettent aux muscles expirateurs l'ordre de se contracter et d'opérer une brusque sortie d'air, laquelle entraîne aussitôt et rejette au loin la parcelle alimentaire fourvoyée. Mais, pour que la sensibilité de la muqueuse laryngée puisse intervenir à temps, par la toux qu'elle provoque, il faut qu'à l'instant où cette toux se produit, l'aliment n'aît pas pu déja s'introduire trop avant dans la place. L'occlusion de la glotte, par le rapprochement des cordes vocales, veille à ce qu'il en soit ainsi. C'est là un dernier obstacle que la prudence de la nature oppose au passage de l'aliment dans la trachée, alors même qu'il serait parvenu, par surprise, jusque dans le vestibule des voies aériennes.

En résumé, la nature a pris les quatre précautions suivantes, pour éviter le danger capital de l'introduction des matières alimentaires dans les voies aériennes :

1° Soupape mobile, l'épiglotte, qui, pressée par l'aliment solide, vient s'appliquer sur l'ouverture supérieure du larynx, qu'elle bouche en partie, et qui, même relevée, sert à éviter l'entrée des liquides;

2° Mouvement ascensionnel du larynx, combiné avec la projection en arrière de la base de la langue;

3° Sensibilité de la muqueuse laryngée, qui provoque une expiration brusque, entraînant, avec l'air expiré, la parcelle alimentaire qui n'a pas dépassé le vestibule sus-glottique;

4° Occlusion des lèvres de la glotte, s'opposant à ce que l'aliment puisse aller plus loin.

Que d'écueils évités! Et cela, en un instant à peine saisis-

sable, sans que nous y coopérions en rien, sans même que nous nous en doutions. Rien n'est admirable comme ce deuxième *temps* de la déglutition, qui détermine l'occlusion des voies aériennes. Mais il est évident que, le larynx étant bouché par le haut, la respiration se trouve en ce moment suspendue. Or la respiration ne peut être un moment interrompue sans les plus graves périls. La plus grande promptitude dans cette manœuvre était donc nécessaire. C'est grâce à cette rapidité que nous pouvons, sans aucun inconvénient, ne pas respirer pendant ce deuxième *temps* de la déglutition.

Ajoutons qu'il est indispensable que cette courte suspension de la respiration soit toujours respectée. Si, allant à l'encontre des précautions réunies par la nature, nous nous permettons, en avalant, un simple mouvement d'expiration, comme cela arrive quand nous sommes pris d'un accès de rire, ou quand nous voulons causer, tout en avalant, la toux convulsive qui survient, ou le rejet du liquide par les fosses nasales, nous avertit de la faute physiologique que nous venons de commettre.

Dans le troisième *temps* de la déglutition, le bol alimentaire doit, avons-nous dit, parcourir tout l'œsophage, et arriver jusque dans l'estomac. Ici, plus d'écueil à éviter; tout est simple, tout est facile.

Il ne faudrait pas croire pourtant que l'action de la pesanteur fasse tous les frais de ce troisième *temps*. Il ne faudrait pas admettre que les aliments tombent, par leur propre poids du haut de l'œsophage dans l'estomac. La preuve que ce n'est pas au simple poids des aliments qu'est dû le parcours œsophagien, c'est que des bateleurs peuvent manger ou boire la tête en bas. Le physiologiste P. Bérard dit avoir vu un saltimbanque boire, dans cette position, toute une bouteille de vin. Il suffit d'ailleurs, pour repousser, *à priori*, l'idée à laquelle nous venons de faire allusion, de réfléchir que le pharynx est bien plus large que l'œsophage. Dès lors le bol alimentaire, en passant du pharynx à l'œsophage, a besoin, pour traverser ce dernier conduit, de se mouler sur ses parois et de se faire sensiblement plus petit.

Des agents contractiles sont nécessaires pour opérer cette diminution de volume. Ce rôle est dévolu aux fibres musculaires dont l'œsophage est pourvu.

Les fibres musculaires œsophagiennes sont de deux ordres :

les unes externes et longitudinales, les autres internes et circulaires. La contraction des premières a pour résultat de diminuer la largeur de l'œsophage. En même temps qu'elles tendent à élargir sa cavité, elles amènent au-devant du bol alimentaire les parties inférieures du conduit qu'elles ont détendues. Les fibres circulaires et profondes ont, au contraire, pour but de rétrécir le calibre de l'œsophage, par conséquent de comprimer les aliments qui s'y trouvent, et de tendre à les chasser du point comprimé par la contraction. Cette contraction circulaire a lieu, non pas simultanément dans toute l'étendue de l'œsophage, mais seulement dans le point où la présence de l'aliment vient la provoquer. L'aliment se présentant d'abord à la partie supérieure de l'œsophage, il est clair que la contraction qui nous occupe aura lieu successivement de haut en bas et poussera le contenu œsophagien dans le même sens.

En résumé, contractions successives des fibres circulaires, poussant l'aliment dans la partie immédiatement inférieure, — fibres longitudinales attirant en haut, au-devant de l'aliment, cette partie inférieure, élargie momentanément, mais qui va réagir elle-même comme la précédente, quand ses fibres circulaires seront incitées à se contracter par la présence du bol alimentaire, — tel est le double mécanisme qui fait cheminer successivement de haut en bas le bol alimentaire dans l'œsophage jusqu'à ce qu'il pénètre dans l'estomac.

Nous n'avons considéré dans ce qui précède, que la déglutition des aliments solides. Il nous reste à dire comment cet acte physiologique s'accomplit à l'égard des corps liquides, c'est-à-dire des boissons.

La déglutition des liquides est plus compliquée encore que celle des aliments solides. L'action de la pesanteur et le concours des puissances musculaires sont nécessaires pour que la déglutition des boissons s'effectue sans encombre. Observez ce qui se fait à l'instant où vous buvez selon le mode habituel, et vous verrez que la déglutition des liquides se compose d'une série d'opérations très-distinctes. Vous reconnaîtrez d'abord que le liquide est en partie attiré dans la bouche par une véritable succion, ou aspiration. C'est ce qui vous frappera davantage, si vous observez de profil un enfant buvant à deux mains dans un grand verre plein. Vous remarquerez, en effet, que cet

enfant tient la tête penchée sur son verre, de telle sorte que le niveau du liquide est en réalité plus bas que sa bouche, et que l'enfant aspire le liquide par une véritable succion.

Il n'est aucun de nos lecteurs qui n'ait bu à même dans le cours de quelque ruisseau limpide. Il a dû, pour cela, s'étendre à plat sur le bord du cours d'eau. Ici encore, le liquide étant plus bas que la bouche, il faut l'aspirer par succion, pour qu'il pénètre dans la cavité buccale.

L'*aspiration*, ou *succion*, est donc la première opération nécessaire pour opérer la déglutition d'un liquide. Lorsque, par l'aspiration, le liquide a pénétré dans la bouche, l'action de la pesanteur, jointe à la contraction des puissances musculaires de l'arrière-bouche, précipite le liquide dans l'arrière-gorge, de là dans le pharynx, enfin dans l'œsophage.

L'*aspiration*, ou *succion*, qui joue un rôle évidemment subordonné à celui de la pesanteur dans le mode ordinaire d'ingestion des liquides chez l'adulte, joue, au contraire, le rôle essentiel de la déglutition pendant l'enfance.

Comme ce mode de déglutition de l'aliment liquide est celui par lequel nous avons tous débuté dans la vie, il n'est pas inutile de nous y arrêter un instant. Voyons donc par quel mécanisme physique et physiologique s'accomplit, chez l'enfant, la succion du lait.

La bouche remplit ici l'office d'une véritable pompe aspirante. Les lèvres de l'enfant sont le tuyau de cette pompe, la bouche le corps de pompe, la langue en est le piston mobile.

Pour que ce piston puisse faire le vide à l'intérieur de la cavité buccale dans laquelle il se meut, il est nécessaire que cette cavité soit hermétiquement fermée, aussi bien en avant qu'en arrière. La bouche de l'enfant est exactement close par les lèvres moulées sur le mamelon. Elle est fermée en arrière par le voile du palais, qui, en s'abaissant et s'appliquant à la base de la langue, empêche toute communication avec le pharynx et les fosses nasales. Les choses étant ainsi disposées, la langue de l'enfant s'applique sur le mamelon. Jusque-là, aucun vide n'a encore été opéré. Mais la langue se reporte alors brusquement de haut en bas, c'est-à-dire du palais vers la partie inférieure de la bouche, en se rapetissant, et elle détermine, par cela même, un vide dans l'espace d'où elle vient

de se retirer. Le lait jaillit alors, poussé par la pression atmosphérique qui s'exerce à l'intérieur de la glande mammaire. Lorsque la bouche de l'enfant est remplie de liquide, le voile du palais se relève, et à ce moment sa respiration par le nez, qui était restée libre jusque-là, se suspend un instant, et un mouvement de déglutition a lieu. Puis, le voile du palais reprend sa position, les lèvres se réappliquent sur le mamelon et la succion du lait recommence.

Le parcours des boissons de l'œsophage à l'estomac s'effectue assez rapidement. On peut s'en convaincre aisément en observant un cheval qui boit. Le passage successif du liquide dégluté est assez nettement apparent au cou du cheval, dont il augmente momentanément le volume, suivant la direction de l'œsophage.

Le parcours des aliments solides est un peu plus lent. Toutefois ce n'est qu'exceptionnellement, lorsqu'une bouchée a été complètement mâchée et insalivée, que nous la sentons s'arrêter un instant en route, spécialement à la partie inférieure de l'œsophage, qui est la plus étroite. Nous sommes avertis de cet arrêt, toujours assez court, par une douleur plus ou moins vive, due au tiraillement des filets nerveux qui entourent cette partie (portion œsophagienne du nerf pneumogastrique). Chacun sait que, dans ce cas, c'est-à-dire pour faire descendre dans l'estomac une bouchée momentanément arrêtée au bas de l'œsophage, il faut boire. On réveille la contraction des fibres circulaires de l'œsophage par l'ingestion d'un aliment liquide, dont la déglutition, prompte et facile, provoque la descente de la bouchée récalcitrante.

Nous voilà bien fixés sur les diverses actions qui doivent s'accomplir, depuis l'arrière-gorge jusqu'à l'estomac, pour que la déglutition des aliments, tant solides que liquides, s'effectue normalement, et pour que le bol alimentaire pénètre dans l'estomac. Nous allons maintenant entrer, avec l'aliment, à l'intérieur de l'estomac, et faire avec lui, dans cet organe, une assez longue station.

DIGESTION STOMACALE.

L'estomac, l'organe principal de la digestion, est un réservoir musculo-membraneux, que l'on compare habituellement, quant à sa forme, à la *cornue* de nos chimistes, ou à la cornemuse, peau de mouton gonflée d'air, dont se servent encore aujourd'hui quelques ménétriers de village. Situé à peu près transversalement, à la partie supérieure du ventre, au niveau de ce que l'on nomme le *creux de l'estomac*, le *creux épigastrique*, ou l'*épigastre*, l'estomac est continu à l'œsophage, d'une part, à l'intestin grêle d'autre part. Il présente, par conséquent, deux orifices. L'orifice supérieur, ou orifice d'entrée (C, fig. 12), a reçu le nom de *cardia* (du grec καρδία, cœur, parce qu'il est assez rapproché du cœur). L'orifice inférieur, ou orifice de sortie, P, se nomme *pylore* (du grec πυλωρός, portier, parce qu'on a pu, avec beaucoup de bonne volonté, le considérer comme le *portier de l'estomac*).

De l'une à l'autre de ces deux issues il y a beaucoup moins de distance que de la bouche au bas de l'œsophage. L'aliment pourrait donc mettre moins de temps à traverser l'estomac qu'il n'en a mis à y arriver. Mais la nature ne fait pas voyager l'aliment pour son bon plaisir. Elle a pour but, tout au contraire, de le rançonner le plus possible, pendant son voyage, de lui prendre tout ce qu'il pourra abandonner. Un parcours à grande vitesse ne ferait pas son compte. Aussi impose-t-elle à l'aliment une station prolongée dans l'estomac, et un séjour plus long encore dans le tube intestinal. Pendant cette station, elle mettra l'aliment à contribution, et lui fera subir des modifications telles, qu'il ne pourra refuser ses richesses nutritives aux organes de l'absorption.

Des haltes diverses qui seront imposées à l'aliment, pendant son long voyage à travers le tube digestif, celle qui s'accomplit dans l'estomac est la plus importante. L'estomac est, en effet, un des gros bonnets de l'économie. Si, à l'exemple de La Fontaine, il nous plaisait de faire une monarchie de l'ensemble de nos organes digestifs, nous pourrions, avec le fabuliste, élever l'estomac à la dignité de roi et l'appeler *Messire Gaster*.

Gaster est tout simplement le nom grec de l'estomac. Il n'est

pas inutile de noter le fait en passant, car il nous servira à savoir quel est l'organe malade, quand on prononcera devant nous les mots *gastrite*, *gastralgie*, etc.

Si, avec d'autres auteurs plus avancés en politique — avec M. Jean Macé, par exemple —, nous faisions de notre petit royaume intérieur une république, nous pourrions instituer messire Gaster président de cette république intime.

D'autres auteurs, usant de comparaisons plus vulgaires, voient dans l'estomac un maître cuisinier, qui veille au salut commun.

Dans les ouvrages élémentaires de physiologie, on a abusé, à propos de l'estomac, de ces comparaisons, qui, au fond, sont inutiles, quand elles ne sont pas puériles, fausses ou triviales. Ces rapprochements forcés, ces parallèles boiteux, ont le tort de rabaisser au niveau de nos mesquines coutumes de très-curieux phénomènes naturels, qui défient toute analogie vulgaire, parce que les opérations de l'économie vivante priment de toute leur hauteur et de toute leur perfection les subtilités et les mièvreries de notre rhétorique.

Tenons-nous donc à l'expression du fait physiologique. Ce fait, c'est que l'aliment reste plus ou moins longtemps emprisonné dans l'estomac.

Mais dans quel but ce séjour forcé dans l'estomac est-il imposé par la nature? Nous indiquerons d'abord en quoi consiste la modification que les aliments subissent dans l'estomac; nous étudierons ensuite les agents sous l'influence desquels cette modification s'opère.

L'aliment est arrivé à l'estomac à l'état d'une pâte assez malléable pour se prêter aux changements de forme qu'a exigés de lui son passage à travers le pharynx et l'œsophage. Sous cet état néanmoins il constitue une masse douée encore d'une certaine cohérence. Son emprisonnement dans l'estomac ne cessera que quand il aura subi une dissociation complète. Il est entré à l'état solide, il faut qu'il sorte à l'état demi-liquide.

La matière demi-liquide ainsi formée sur place, par la fluidification de la plus grande partie de l'aliment, est ce qu'on nomme le *chyme* (du grec χυμός, qui veut dire *suc de viande*). Le chyme est, en effet, une sorte de suc extrait de l'aliment, suc encore impur toutefois, comme nous le prouvera la digestion intestinale.

Le mot, du reste, importe peu ; retenons seulement le fait, car

il est capital. Sachons bien que les différents aliments que nous avons avalés, à l'état de bol alimentaire, ne doivent sortir de l'estomac qu'après avoir complètement perdu leur forme, leur texture et leur couleur, pour se transformer en une crème grisâtre, plus ou moins consistante selon qu'elle tiendra en suspension plus ou moins de parcelles alimentaires indissoutes, mais toujours sensiblement homogène. Cette crème grisâtre, c'est le *chyme*.

Transformation de l'aliment en chyme, tel est donc le but de la digestion dans l'estomac.

Demandons-nous maintenant comment l'estomac s'y est pris

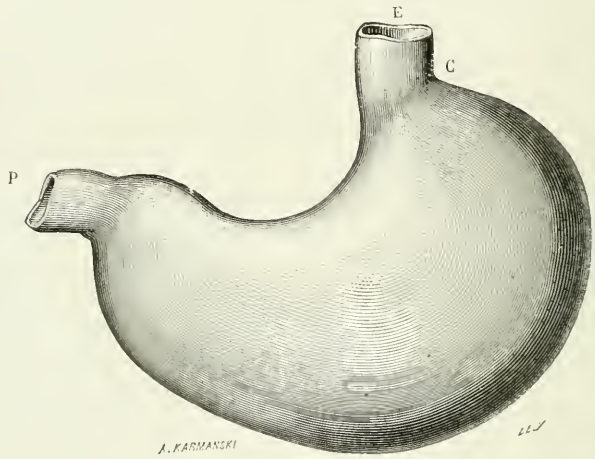


Fig. 12. Estomac, paroi externe.
P. Pylore. — C. Cardia. — E. Œsophage.

pour opérer la transformation dont nous venons d'indiquer la nature, c'est-à-dire pour transformer l'aliment en chyme ?

Deux ordres principaux de phénomènes ont présidé à cette transformation. Ce sont : 1° des mouvements incessants qui sont effectués par les parois de l'estomac et qui sont transmis par ces mêmes parois à la masse alimentaire ; 2° la sécrétion d'un liquide particulier, que l'on désigne, pour rappeler son origine, sous le nom de *suc gastrique*.

Commençons par étudier le premier agent, c'est-à-dire les mouvements de l'estomac.

Qui dit mouvement dit muscle pour l'exécuter. Comme l'œso-

phage, l'estomac possède, en effet, dans ses parois, des fibres musculaires, et ces fibres sont de deux ordres différents. Ainsi qu'on peut le reconnaître à l'inspection de la figure 13, qui représente l'estomac débarrassé de sa tunique externe, pour laisser voir sa tunique musculaire, les unes de ces fibres sont elliptiques, les autres circulaires. La contraction des fibres elliptiques a pour effet de rapprocher l'un de l'autre les deux orifices de l'estomac, et par conséquent de raccourcir son grand diamètre, en élargissant sa cavité. Les fibres circulaires, tout au contraire, resserrent transversalement la partie de l'estomac où elles se contractent.

Il est bon de faire remarquer que les contractions de l'estomac se font successivement et non simultanément. Si elles étaient

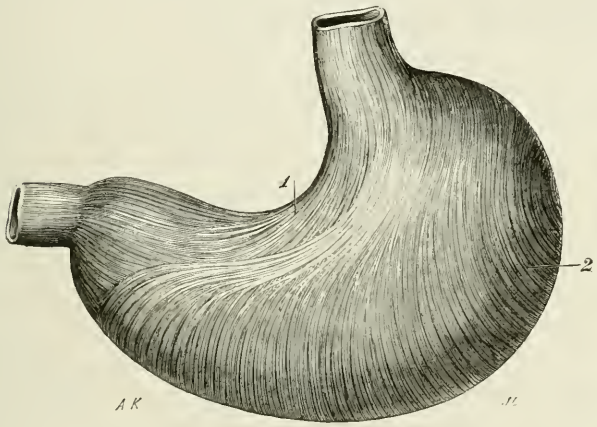


Fig. 13. Tunique musculaire de l'estomac.
1. Couche de fibres elliptiques. — 2. Couche de fibres circulaires.

simultanées, le résultat de ces contractions générales serait nécessairement une diminution de l'estomac dans toutes ses dimensions, et leur conséquence une évacuation trop prompte du bol alimentaire. Ce serait aller contre le but que se propose la nature. Mais l'estomac est, pendant la digestion, alternativement comprimé dans un point et dilaté dans un autre. Les matières qu'il contient, obligées de fuir la partie rétrécie, trouvent place dans le point dilaté, et, tout en restant emprisonnées, elles éprouvent ainsi des déplacements incessants. Ajoutons que ces déplacements ne se font pas au hasard, comme on serait tenté de le croire. Ils suivent une double direction en sens in-

verse ; ils vont alternativement de gauche à droite, de l'orifice d'entrée à l'orifice de sortie, puis, *vice versâ*, de droite à gauche, c'est-à-dire du pylore au cardia.

Les physiologistes sont convenus de nommer le premier mouvement *péristaltique* et le second mouvement *antipéristaltique*. Ces deux mots, très-longs et très-grecs, ne signifient pas grand'-chose. Il faut pourtant les retenir, car nous les retrouverons encore à propos des contractions de l'intestin, pendant la digestion intestinale.

L'existence des mouvements de l'estomac pendant la digestion est prouvée par des observations recueillies sur l'homme, et par des expériences qui ont été faites sur les oiseaux granivores, notamment chez les Gallinacés, dont l'estomac jouit d'une puissance musculaire vraiment extraordinaire.

L'énergie des mouvements de l'estomac, chez les oiseaux de basse-cour, mérite d'être signalée, ne serait-ce que pour avoir occasion de rendre hommage à la patience et à la sagacité avec lesquelles Spallanzani, célèbre physiologiste italien de la fin du dernier siècle, a étudié ce phénomène.

Déjà un naturaliste français, Réaumur, avait vu un coq aplatir dans son estomac des tubes de verre, sur lesquels il avait pu, nous dit Réaumur, « faire la pirouette » sans les briser, avant de les introduire dans l'estomac de l'oiseau. Spallanzani commença par répéter les expériences de Réaumur, avec des tubes de verre qu'il faisait avaler aux oiseaux de basse-cour ; mais il alla dans ce genre d'épreuves bien plus loin que Réaumur. On serait tenté de récuser les faits en doute, si Spallanzani ne les rapportait lui-même. Laissons-le parler :

« Les expériences relatives aux tubes de verre n'ayant causé, dit Spallanzani, aucun mal aux oiseaux, je leur en fis subir deux autres bien plus périlleuses. Je fixai dans une balle de plomb douze grosses aiguilles d'acier, qui débordaient la balle de trois lignes, et je fis avaler cette balle hérissée de pointes et pliée dans une carte à un coq d'Inde, qui la garda pendant un jour et demi dans son estomac. Pendant ce temps il ne me parut pas avoir éprouvé aucun mal ; et cela devait être, car son estomac n'avait pas reçu la plus légère blessure de ce barbare appareil, quoiqu'il fût entièrement détruit. Toutes les aiguilles étaient rompues, séparées de la balle de plomb : la fracture des aiguilles s'était faite à la surface de la balle ; il y en avait eu seulement trois qui s'étaient brisées un peu plus haut, comme il paraissait par leurs tronçons. Quoique la balle n'eût pas changé de figure, elle était sillonnée de quelques petits traits et de contusions qui n'y existaient pas auparavant. Parmi les aliments contenus dans

l'estomac, je trouvai deux pointes rompues, mais dont l'extrémité avait été rendue obtuse : les dix autres étaient perdues, et comme je ne pus les découvrir dans le long circuit des intestins, je jugeai qu'elles étaient sorties avec les excréments.

« Voici la seconde tentative que j'ai annoncée. Dans une autre balle de plomb semblable à la première, je fixai douze petites lancettes très-aiguës à leurs extrémités et très-tranchantes dans leurs côtés ; je m'en sers pour anatomiser des animaux très-petits. Je fis avaler cette pilule à un autre coq d'Inde, elle séjourna seize heures dans son estomac. Au bout de ce temps je l'ouvris, et je ne trouvai que la balle privée de ses lancettes, qui avaient toutes été rompues... Le ventricule était aussi sain après cette digestion que le précédent dont j'ai parlé. J'observai les mêmes phénomènes sur deux chapons soumis aux mêmes épreuves. »

On avait objecté à Spallanzani qu'il existe toujours un plus ou moins grand nombre de petites pierres dans l'estomac des oiseaux granivores, et que ces pierres pouvaient servir de bouclier au plan musculaire de leur estomac. Pour répondre à cette objection, il fallait s'arranger de manière qu'il n'y eût pas de ces petites pierres dans l'estomac au moment de l'expérience.

« Je ne pouvais, nous dit Spallanzini, parvenir à ce but que par ces deux moyens : ou en cherchant à faire sortir de l'estomac les pierres qui y étaient ou en empêchant qu'elles y entrassent. »

Mais comment s'y prendre pour faire sortir ces pierres? Spallanzani tient les oiseaux sur lesquels il veut expérimenter enfermés, pendant un mois entier, dans des cages séparées, et ces cages sont assez élevées au-dessus du sol pour que le bec de ses coqs ne puisse y rien ramasser. Ce n'est pas tout. Comme un physiologiste doit tout prévoir, et que pour Spallanzani il n'est pas de détails inutiles, il fallait encore que le plancher inférieur de la cage fût fait avec des branches d'osier assez écartées les unes des autres, « afin de laisser échapper avec les excréments les pierres qu'ils pourraient renfermer, de peur que les oiseaux ne pussent les avaler de nouveau. »

Inutile d'ajouter que les oiseaux ne sont nourris qu'avec des graines scrupuleusement mondées.

Après un mois de ce régime, Spallanzani leur fait avaler des tubes de fer-blanc, des boules de verre, des balles hérissées d'aiguilles et même de pointes de lancettes. Deux jours après, ces pauvres bêtes sont sacrifiées, et l'autopsie démontre que l'appareil avalé par chaque oiseau a été tout aussi maltraité que précédemment, sans que l'estomac ait eu davantage à souffrir.

Mais, ô fatalité! nos malheureuses petites pierres n'ont point encore complètement disparu. Leur nombre, il est vrai, a singulièrement diminué. « Il y eut même, nous dit Spallanzani, de ces estomacs où je n'en trouvai que quatre ou cinq qui étaient encore des plus petites. »

Vous croyez peut-être que Spallanzani se tiendra pour satisfait d'un semblable résultat. Ce serait mal le connaître. Écoutons-le plutôt :

« Je voulus, dit Spallanzani, me procurer une preuve plus complète en observant ce qui se passe dans les estomacs qui sont absolument sans petites pierres et qui n'en ont jamais eu. On aperçoit aisément que, pour remplir ce but, je devais me procurer des oiseaux qui sont encore dans leurs nids et qui ne vont pas encore chercher leur nourriture. C'est ce que je fis en me procurant des pigeons pris dans leurs nids et qui commençaient à se couvrir de plumes; mais je fus trompé dans mon attente : je trouvais déjà des petites pierres dans leurs jeunes estomacs et je pensais bien qu'elles n'y étaient entrées qu'avec la becquée que leurs parents leur donnaient. Trois de ces petits pigeons furent les victimes de ma curiosité. Le premier avait dans son estomac huit petites pierres, le second onze et le troisième quinze...

« Comme ces expériences n'avaient point rempli mes vues, je pensai de prendre les choses de plus haut et de me pourvoir d'oiseaux qui sortissent de l'œuf et qui n'eussent point encore reçu la becquée paternelle. Ces oiseaux furent encore des pigeons; ils n'avaient point alors de petites pierres dans leur estomac. Je pris la peine d'en garder quelques-uns dans un lieu bien chaud, jusqu'à ce qu'ils eussent pris leurs plumes, et de les nourrir jusqu'à ce qu'ils sussent manger seuls. Je les renfermai ensuite dans une cage, où je les nourris d'abord avec de la vesce macérée dans l'eau, ensuite avec de la vesce sèche et dure; seulement, au bout d'un mois après qu'ils eurent commencé de manger seuls, je commençai de mêler à leur nourriture des corps durs, comme des tubes de fer-blanc, quelques boules de verre, de petits éclats de verre, et je n'en fis avaler qu'un à chaque pigeon. Deux jours après ces pigeons furent tués; aucun d'eux n'avait aucune petite pierre dans son estomac; cependant les tubes de fer-blanc étaient froissés, les petites boules de verre, les éclats de verre, étaient rompus et émoussés, et tout cela s'opéra sur les corps qui existaient solitairement dans l'estomac, sans laisser la plus petite déchirure sur les tuniques qui le couvraient ».

Comment expliquer la puissance de l'appareil musculaire de l'estomac chez les oiseaux granivores, et son immunité contre les atteintes des corps durs, aigus, acerés et même tranchants ? Sa puissance nous est expliquée par le volume et la force de son plan musculaire. Le secret de son immunité nous est révélé par l'épaisseur, la dureté et l'insensibilité de l'*épithélium*, ou épiderme d'apparence cornée, quelquefois même calcaire, qui revêt et

protège sa surface interne. Dès lors, que les poules choisissent leurs graviers avec discernement, comme le veulent quelques-uns ; — qu'elles les prennent, au contraire, par stupidité, comme Buffon le dit en parlant de l'Autruche, « laquelle avale indistinctement pierres, cordes, verre et métaux, parce qu'elle est sotte de sa nature et qu'elle a le sens du goût fort obtus ; » — que, ce qui est plus vraisemblable, lesdites poules prennent tout simplement les graviers, parce qu'ils se trouvent mêlés, sur le sol, aux graines dont elles se nourrissent, et qu'il leur serait fort difficile de les éviter ; — que ce soit pour l'une ou l'autre de ces raisons, cela importe assez peu. Ce qu'il faut admirer, c'est que des corps de cette nature puissent constituer pour la digestion une aide plutôt qu'un péril. Cela prouve assurément que l'estomac des oiseaux est de taille à se passer de tout secours étranger et que, livré à lui-même, il peut exécuter les tours de force les plus étonnants.

Il est peu probable sans doute que la nature ait eu pour but de mettre les volatiles qui nous occupent à l'abri des aiguilles ou des lancettes de Spallanzani. Mais considérons seulement le simple grain d'avoine que les oiseaux de nos basses-cours vont becquetant, deci, delà, sur le sol. Ce grain est, lui aussi, acéré à ses deux extrémités. Il ne peut être écrasé avec les dents, puisque ces oiseaux n'en ont pas. Il leur fallait une compensation, et nous venons de voir que cette compensation se trouve dans la puissance de la tunique musculaire. C'est que la nature a une règle constante : donner à chacun suivant ses besoins physiologiques.

L'homme n'avait que faire d'une telle puissance stomacale, parce qu'il est doué d'un appareil masticateur parfait. Aussi sommes-nous, sous le rapport de la force musculaire de l'estomac, singulièrement distancés par les oiseaux granivores. Les fibres musculaires de notre estomac sont si faibles, que cet organe se refuse souvent à écraser le simple grain de raisin ou la cerise qui ont esquivé le coup de dent, et qui sont arrivés intacts dans sa cavité.

Les contractions de l'estomac ne sont donc point chez l'homme un agent de broiement. Ses fibres musculaires n'ont d'autre mission que de soumettre la masse alimentaire à une agitation, à un brassage incessant, de manière à la mêler, molécule à molécule, avec le suc gastrique.

Nous voici arrivés à la sécrétion du *suc gastrique*, c'est-à-dire au second phénomène, au phénomène essentiel de la digestion stomacale.

C'est ici que nous aurons l'occasion de reconnaître et de proclamer le nom du physiologiste à qui l'on doit la véritable théorie de la digestion. Ce physiologiste, c'est Spallanzani.

Les anciens possédaient fort peu de notions sur la digestion des aliments. Les uns disaient, avec Hippocrate, que la digestion était une sorte de *coction*, ce qui signifiait que le phénomène était plutôt chimique que mécanique : et Platonicus, disciple de Praxagore, la comparait à une putréfaction, en d'autres termes, en faisait une sorte de fermentation. Mais d'autres, adoptant la théorie d'Érasistrate, petit-fils d'Aristote, ne voyaient dans la digestion qu'un travail mécanique, dû aux contractions de l'estomac.

Les deux théories qui se partageaient les savants de l'antiquité avaient chacune leur fond de vérité, et d'ailleurs, elles représentaient exactement les deux phases du phénomène de la digestion, qui, en effet, se compose tout à la fois d'une action mécanique et d'une action chimique. Mais il fallait des observations précises pour expliquer dans ses détails une aussi importante fonction physiologique.

Ce n'est qu'au XVIIe siècle que les premières recherches expérimentales concernant la digestion furent effectuées. Les savants florentins qui composaient l'Académie del Cimento, l'une des premières associations scientifiques qui aient existé en Europe, exécutèrent ces recherches.

Il fallait décider si la digestion était un phénomène mécanique, comme le voulait Érasistrate, ou une simple *coction*, c'est-à-dire une dissolution chimique, comme Hippocrate l'avait dit. Les membres de l'Académie del Cimento firent avaler à des autruches et à des coqs des balles de plomb, et ils retirèrent de l'estomac de ces oiseaux les balles aplaties. Ils en conclurent que la digestion n'est qu'une opération mécanique. Comme on savait toutefois que l'estomac de l'homme, étant presque membraneux, ne peut exercer que de faibles efforts musculaires, cette opinion trouva de nombreux contradicteurs, et l'on retomba dans l'incertitude première.

C'est pour dissiper ces incertitudes que Réaumur entreprit, en 1750, les expériences que nous avons rapportées plus haut. Il plaça, comme nous l'avons dit, des graines dans des tubes

métalliques, pour les soustraire à l'action mécanique de l'estomac, et il fit avaler ces tubes à des oiseaux granivores, à des coqs et à des dindons. Il constata que les aliments ainsi soustraits à l'action musculaire de l'estomac n'étaient point digérés. Mais Réaumur reconnut ensuite que les oiseaux à estomac membraneux digéraient les aliments qu'il leur faisait avaler dans des tubes fermés par un grillage.

Réaumur était dans la bonne voie pour découvrir la véritable nature de la digestion stomacale, qui est une opération à la fois mécanique et chimique. Cependant il ne poussa pas plus loin ses recherches, et se contenta de conclure que la digestion

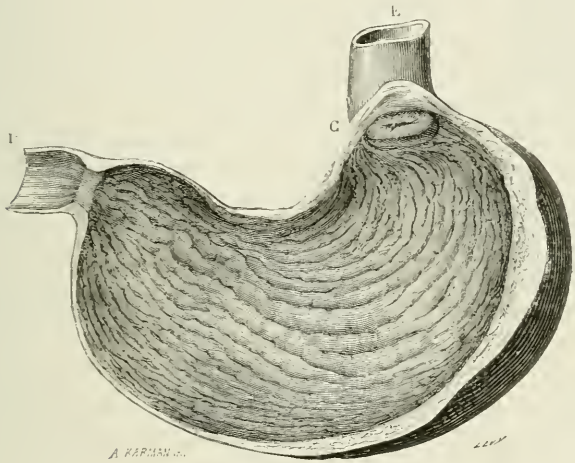


Fig. 14. Estomac, paroi interne.
P. Pylore. — C. Cardia. — E. Œsophage.

ne s'opère pas de la même manière chez tous les animaux ; ce qui n'est point exact.

Il était réservé à Spallanzani de reprendre la question là où Réaumur l'avait laissée, et, en continuant la voie ouverte par le physiologiste français, de dévoiler la véritable nature de cette fonction.

Spallanzani commença par mettre hors de doute l'action mécanique exercée par l'estomac, en exécutant les expériences que nous avons déjà rapportées, c'est-à-dire en faisant avaler à des oiseaux granivores des aliments contenus dans des tubes fermés par un grillage, et voyant les substances les plus dures, les plus

résistantes, être divisées, tordues et brisées par l'estomac de ces oiseaux. Mais la véritable découverte de Spallanzani, celle qui lui appartient en propre, fut de reconnaître qu'un suc liquide spécial, sécrété par l'estomac, a la mission d'opérer la dissolution des aliments.

Il est aujourd'hui démontré, grâce aux recherches de Spallanzani, que tout aliment mis en contact avec la muqueuse stomacale détermine une sécrétion plus ou moins abondante du liquide qui a reçu le nom de *suc gastrique*. Cette sécrétion est opérée par de petites glandes tubulaires situées dans l'épaisseur des parois stomacales.

Fig. 15. Glandes de l'estomac qui sécrètent le suc gastrique et leur conduit excréteur, vus au microscope.

a. Conduit excréteur. — *b*. Divisions secondaires de ce conduit.

Quand on regarde à la loupe la surface interne de l'estomac (figure 14), on voit très-bien l'orifice de ces glandes. Ils sont si nombreux que, dans l'estomac humain, leur nombre a été évalué à plus de cinq millions.

Nous représentons sur la figure 15 les glandes de l'estomac qui sécrètent le suc gastrique, vues à un fort grossissement.

Le suc gastrique n'est sécrété que lorsqu'un aliment se trouve en contact avec la muqueuse stomacale. L'estomac vide n'en contient pas..... heureusement pour lui, hâtons-nous de le dire, car nous verrons plus loin que cet organe, dans l'état de vacuité, aurait fort à en souffrir, s'il renfermait du suc gastrique.

Envisagé en lui-même et dans son aspect extérieur, le suc gastrique offre peu d'intérêt. C'est un liquide presque incolore, semblable à de l'eau pure, d'une odeur faible, mais spéciale pour chaque espèce animale, d'une saveur aigrelette et légèrement salée. Il est constamment acide et rougit fortement le papier bleu de tournesol. Cette acidité a été attribuée par la plupart des auteurs à l'acide chlorhydrique, par d'autres à l'acide lactique, mais des travaux récents ont prouvé que l'acide chlor-

hydrique est le seul produit qui donne au suc gastrique son acidité[1].

Les caractères physiques et chimiques du suc gastrique n'ont rien de bien remarquable; mais il en est autrement de l'action qu'il exerce sur les aliments, et qui est de l'ordre le plus étonnant.

Et d'abord le suc gastrique est l'agent spécial de la transformation de l'aliment en chyme. Nous avons dit que la transformation de l'aliment en chyme est liée à deux phénomènes principaux : les mouvements de l'estomac et la sécrétion du suc gastrique. Ces deux phénomènes ont-ils une égale importance? On peut, sans hésitation, répondre négativement à cette question, et assigner le premier rang à l'effet du suc gastrique. Lui seul est l'agent nécessaire, le véritable agent de la chymification. Les mouvements de l'estomac sont utiles sans doute, mais la fonction pourrait, au besoin, s'en passer.

L'affirmation ici ne suffit pas, il faut des preuves. C'est à Spallanzani que nous les demanderons.

Il s'agit d'isoler l'action du suc gastrique de l'effet mécanique des contractions de l'estomac , de manière à faire à chacun de ces deux agents la part qui lui revient. Comment y arriver ? Souvenons-nous des tubes percés de trous dont faisait usage le physiologiste italien.

Spallanzani place à l'intérieur d'un de ces tubes les substances alimentaires les plus diverses : du pain, de la viande, des graines broyées. Ces tubes sont à parois très-résistantes, et par les trous dont ils sont munis le suc gastrique pourra s'introduire. Spallanzani fait avaler ces tubes pleins de matière alimentaire à différents animaux, à des Gallinacés, à des dindons par exemple. Ces animaux sont sacrifiés quelques heures après le repas, ou bien ils rejettent les tubes, et on examine leur contenu avec soin. Or Spallanzani constate, invariablement, que l'aliment renfermé dans les tubes a perdu sa forme, sa couleur,

1. M. Ch. Richet a présenté à la Faculté des sciences de Paris, en 1878, une thèse sur le *suc gastrique chez l'homme et les animaux*. L'auteur ne croit pas à l'existence de l'acide lactique dans le suc gastrique; mais, d'un autre côté, il pense que l'acide chlorhydrique, qui est certainement la cause des propriétés acides du suc gastrique, est allié à quelque substance organique, encore indéterminée. Toutefois M. Ch. Richet n'ayant opéré que sur le suc gastrique des poissons carnivores, on ne saurait appliquer avec confiance les résultats de ses recherches au suc gastrique humain.

sa saveur ; qu'il a été dissocié complètement et plus ou moins dissous, selon que le séjour dans l'estomac a été plus ou moins prolongé et qu'il a été baigné plus ou moins complètement par le suc gastrique. Il est clair que dans cette expérience les contractions stomacales sont restées sans effet, sans profit pour l'aliment, puisqu'elles sont venues se briser contre les parois des tubes percés. Les honneurs de la dissolution des aliments reviennent donc exclusivement au suc gastrique.

Nous avons choisi à dessein les expériences qui portent sur les Gallinacés. L'énorme puissance de leur estomac nous est connue, et nous savons, au contraire, combien le nôtre est délicat. On comprend que plus la force triturante est considérable, plus sa suppression devrait apporter de trouble dans la digestion. Or la digestion s'est faite ici sans son concours. Le suc gastrique est donc bien le seul agent indispensable à la dissolution des aliments.

Cependant on pourra nous objecter que nous ne sommes ni des coqs, ni des dindons, et que notre digestion peut se faire autrement que celle des animaux de basse-cour.

N'espérons pas mettre à court Spallanzani. Il a tout prévu et il a réponse à tout. Spallanzani, c'est lui-même qui nous le dit, avait un estomac qui n'était pas des meilleurs, un estomac de savant. Or il va, pour nous convaincre, le soumettre au singulier mode de nourriture que nous venons d'exposer.

« J'avoue, nous dit-il avec une charmante naïveté, que l'expérience des tubes me fit craindre quelque danger. Je savais que des corps arrêtés dans l'estomac avaient produit des effets funestes. Je me rappelai des cas où des corps semblables avaient été arrêtés dans les intestins, mais aussi des faits contraires et journaliers m'encourageaient à toutes ces expériences. Je voyais que des noyaux très-durs, comme ceux des cerises, des griottes, des nèfles, des prunes, étaient impunément avalés par les enfants et les paysans, qu'ils passaient fort bien le tube intestinal et qu'ils n'avaient jamais occasionné la plus légère incommodité ; au milieu de ces combats, les derniers faits que j'ai rapportés m'engagèrent à surmonter ma répugnance, »

Voilà donc notre courageux expérimentateur avalant lui-même ses tubes, et les rendant naturellement. Or, l'examen de ces tubes prouve que l'aliment a été parfaitement digéré, sans que les tubes aient subi la moindre déformation.

Ainsi, hommes et dindons digèrent de la même façon !

Cette dernière expérience est de nature, non-seulement à nous

Fig. 16. Spallanzani à la prise de Pavie, ou le nouvel Archimède.

convaincre, mais à nous toucher et à nous remplir de reconnaissance pour le courage et le dévouement que montra, dans ces dangereuses recherches, l'illustre physiologiste de Pavie.

C'est ce même Spallanzani qui, lorsque l'armée de la République pénétra au cœur de la Lombardie, faillit périr, absolu-

Fig. 17. Spallanzani.

ment comme Archimède au siège de Syracuse. La ville de Pavie avait été livrée un jour au pillage, pour la punir de la part qu'elle avait prise à une révolte. Nos soldats assaillirent le savant professeur dans son cabinet (fig. 16). Mais hâtons-nous d'ajouter que, reconnu à temps, il fut traité avec les plus grands égards, et que

peu de mois après les officiers de santé attachés à nos hôpitaux militaires de Pavie allaient d'eux-mêmes s'asseoir sur les bancs de celui qu'ils appelaient le Buffon italien, et l'environnaient de leurs respects. Le grand physiologiste fut même soigné par nos médecins militaires dans sa dernière maladie. Il mourut dans leurs bras, le 11 février 1799.

L'effet du suc gastrique sur les aliments a pu être étudié directement sur l'homme, dans un cas assez curieux pour être rapporté ici.

C'était vers 1825. Un habitant du Canada reçoit, par accident, et presque à bout portant, toute la charge d'un fusil, qui lui enlève une notable partie du ventre et des parois de la poitrine. On mourrait à moins. L'homme n'en mourut pas, et c'est à sa blessure qu'il doit d'être resté célèbre dans l'histoire de la physiologie.

La plaie du ventre se cicatrisa presque entièrement, mais il resta un trou aboutissant à l'estomac. C'était ce que les chirurgiens appellent une *fistule gastrique*, ou *stomacale*. Un médecin du Canada, qui se nommait Beaumont (il était d'une famille française établie au Canada depuis le siècle précédent), eut l'idée de faire servir la fistule stomacale du blessé à l'étude de la digestion. Il prit cet homme à son service; il en fit, tout à la fois, son serviteur et son sujet d'études.

Voici comment les choses se passaient. Beaumont faisait prendre au blessé, devenu son domestique, un bon repas de substances bien déterminées ; puis, au bout de l'intervalle de temps voulu, il débouchait le tampon d'ouate qui fermait l'ouverture de l'estomac, et il en retirait les matières, à l'état de digestion commençante ou achevée. Il jugeait ainsi des modifications subies par l'aliment. D'autres fois, il appliquait l'œil à cette fenêtre improvisée, et voyait par là ce qui se passait à l'intérieur de l'estomac du patient.

Beaumont conserva cet homme à son service plusieurs années, pendant lesquelles il ne se fit pas faute d'expérimenter sur son docile sujet. La santé du Canadien ne souffrait aucunement des expériences auxquelles servait sa fistule, et comme il était, en fin de compte, bien nourri et bien traité, il ne se plaignait pas de sa condition. Cependant tout a une fin dans ce monde. Notre homme finit par se lasser de servir aux progrès de la physiologie, et un beau matin, après s'être fait payer ses gages, il dispa-

rut, pour ne plus revenir. Mais son maître avait eu le temps de faire des expériences nombreuses et variées, et de publier quantité de choses intéressantes, dont on trouvera plus loin le résumé.

Si l'on en excepte un cas observé, vers 1820, par Lallemand, à l'Hôtel-Dieu de Paris, le fait du Canadien étudié par Beaumont est resté unique dans la science jusqu'à l'année 1876. A cette époque, un chirurgien de Paris, M. Verneuil, ayant eu à traiter un homme qui avait, par accident, le 4 février 1876, avalé de la potasse caustique, constata que la potasse avait provoqué une oblitération de l'œsophage. Quand on essayait de faire pénétrer une sonde dans l'estomac, la sonde était arrêtée par un rétrécissement de l'œsophage, situé à 7 centimètres environ au-dessous du pharynx. Le malade, étant entré à l'hôpital de la Pitié, s'affaiblissait rapidement, et était menacé de mourir de faim. M. Verneuil se décida à pratiquer sur cet homme, condamné à une mort certaine, une opération hardie, la *gastrotomie* (c'est-à-dire l'incision de l'estomac), pour pratiquer une *fistule gastrique*, orifice par lequel on pourrait nourrir artificiellement le malade.

L'opération eut lieu le 26 juillet 1876. La peau et les parois de l'estomac furent incisées, et l'on plaça dans la plaie communiquant avec l'estomac une grosse sonde de caoutchouc, qu'on laissa à demeure.

L'opération ne fut suivie d'aucun accident. Un mois après l'opération, le malade était rétabli. Il portait à la région de l'estomac une fistule, un conduit artificiel, par lequel on introduisait des aliments solides ou liquides. Aujourd'hui, le pauvre diable continue de vivre ainsi, en prenant les aliments par son trou abdominal.

Il existe cette différence entre l'opéré de M. Verneuil et le Canadien atteint de fistule stomacale qui a servi de sujet aux études de Beaumont que le Canadien, pouvant avaler, prenait ses aliments par la bouche, tandis que l'opéré de M. Verneuil est affecté d'un rétrécissement œsophagien infranchissable, qui arrivera très-probablement à oblitérer complètement le conduit. Cet homme est donc destiné à garder toute sa vie son infirmité, et à se nourrir par l'injection de substances alimentaires dans l'estomac. Triste perspective!

L'opération de la gastrotomie, par laquelle M. Verneuil a

arraché à la mort le malade dont nous venons de parler, n'aurait peut-être pas été entreprise, sans le succès qui venait de couronner, peu de temps auparavant, une opération exécutée sur un jeune homme dont tout Paris s'est occupé, et qu'il désignait sous le nom de *l'homme à la fourchette*. L'histoire est trop curieuse pour que nous ne la rappelions pas ici.

Le 30 mars 1874, un commis de la maison de nouveautés et de confection du *Printemps*, nommé Lausseur, âgé de dix-huit ans, voulant imiter un tour d'adresse qu'il avait vu accomplir par un bateleur, s'amusa à s'enfoncer dans la bouche une fourchette en ruolz, dont il maintenait les pointes avec les dents. Il avait déjà fait plusieurs fois sans accident ce jeu téméraire; mais, ce jour-là, un de ses amis le fit rire pendant qu'il tenait ainsi sa fourchette, les dents serrées. Pendant le rire, le malheureux ouvre la bouche, et la fourchette, trouvant une voie libre, descend, par l'effet de son poids, et s'enfonce dans le pharynx. On court chercher le docteur Lepère, qui, à l'aide de la sonde, tente de rattraper la fourchette. Il peut la saisir, en effet, et la maintenir quelques instants. Malheureusement un mouvement convulsif du patient la fait glisser, et cette fois elle s'enfonce tout à fait.

Le lendemain, à l'aide d'une sonde, M. Léon Labbé reconnut la présence de la fourchette dans l'estomac. Le patient en avait pris son parti. A part le sentiment d'une lourdeur dans l'estomac, il n'éprouvait aucune souffrance.

Au mois de septembre, des douleurs gastriques apparurent, surtout après les repas. Ces symptômes se répétèrent par moments, et le mal s'aggrava. Le malade fut obligé d'abandonner ses occupations, et il se rendit en Bourgogne, où il passa successivement par des alternatives bien diverses. On lui conseilla d'aller consulter un médecin de Lyon. Il demeura un mois dans cette ville; puis il retourna à Paris, et reprit ses occupations journalières. Mais, en octobre 1875, il fut en proie à des douleurs extrêmement vives, et il se résolut à consulter de nouveau.

M. Léon Labbé fut appelé. Il palpa l'abdomen et sentit fort bien les dents de la fourchette engagées dans le tissu de l'estomac. On les touchait presque avec le doigt, à travers la peau. M. Labbé pensa qu'il fallait en tenter l'extraction.

Il y avait à choisir, pour pénétrer jusqu'à l'estomac, entre l'action des caustiques ou le bistouri. On adopta la première

méthode, et le 9 avril 1876 Lausseur fut chloroformisé. Mais l'action des caustiques n'ayant pas donné de bons résultats, M. Léon Labbé se décida à opérer avec le bistouri. Il incisa l'abdomen, et, les parois abdominales étant bien fixées, il pratiqua à l'estomac une ouverture d'un centimètre. Il introduisit le doigt indicateur de la main gauche dans la cavité ouverte et sentit les pointes de la fourchette. On la prit délicatement avec une sonde convenable, on l'attira doucement, et les dents apparurent de vant l'ouverture béante. Un léger effort encore, et l'ustensile sortit tout entier!

Huit jours après, il ne restait d'autre trace de cette opération qu'une petite fistule gastrique en voie d'occlusion. L'opéré mangeait comme tout le monde et ne ressentait plus aucune douleur. Il était guéri.

La fourchette fut placée, comme pièce à conviction, sur le bureau de l'Académie de médecine. Elle était noire un peu partout, car elle avait été assez profondément attaquée par les acides de l'estomac; cependant le cuivre apparaissait aux extrémités, avec sa couleur naturelle.

Le cas de l'*homme à la fourchette* a permis à la science de faire un pas considérable, en prouvant qu'on peut, en toute confiance, inciser l'estomac, pour en retirer des corps étrangers, ou même pour établir une fistule servant à nourrir les malades qui ne peuvent recevoir d'aliments par la bouche. On pourra ainsi sauver un certain nombre de malheureux condamnés à mourir d'inanition.

C'est, nous le répétons, le succès obtenu par M. Léon Labbé dans la *gastrotomie* de l'*homme à la fourchette* qui donna à M. Verneuil la confiance nécessaire pour exécuter la gastrotomie chez le malade dont nous avons rapporté plus haut l'observation.

Aujourd'hui, les personnes qui fréquentent les laboratoires de physiologie peuvent rencontrer un pauvre chien qui les frappe par l'existence d'une canule et d'une boule de caoutchouc à la région du ventre. C'est là un imitateur forcé du Canadien de Beaumont et du malade de M. Verneuil. On a déterminé artificiellement sur ce chien, mais avec moins de désordres, ce qu'avaient produit le mousquet chez le Canadien et le bistouri chez le malade de M. Verneuil. Il a, lui aussi, un trou à l'estomac. Dans l'intérieur de ce trou, on a implanté une canule, pour

empêcher ce trou de se refermer, et pour le faire communiquer avec l'extérieur.

La figure 19 représente un chien porteur d'une *fistule gastrique*. Quant à la manière dont on établit cette fistule, il nous sera facile de l'expliquer, grâce à la précaution que nous avons prise de faire représenter, sur la figure 18, les instruments qui servent à exécuter l'opération de la fistule gastrique *in anima vili*.

Pour créer sur un chien une fistule gastrique, on fait une incision à la région épigastrique. On attire au dehors l'estomac, on le divise légèrement, d'un coup de bistouri, et l'on introduit dans la petite plaie ainsi produite une large canule de caoutchouc. Comme le montre la figure 18, cette canule C porte à chacune de ses extrémités un rebord saillant, comme les boutons à double tête de nos manchettes. Grâce à cette double tête, dont l'une touche à la peau, et l'autre à la paroi interne de l'estomac, la canule est solidement maintenue au dehors et au dedans : elle ne peut ni rentrer dans l'estomac, ni en sortir. Pour qu'il soit plus facile de l'introduire pendant l'opération, la canule *c* est formée de deux parties. Ces deux parties, *a* et *b*, bien que séparées, peuvent se fixer l'une dans l'autre, au moyen d'un petit pas de vis, de manière à former un tube unique. Ce pas de vis est tracé à l'extérieur du tube *b* et à l'intérieur du tube *a* (fig. 19). Une fois le tube *a* placé dans l'estomac, on introduit dans ce tube *a* le tube *b*, on tourne le pas de vis, et la canule se trouve ainsi complétée par la réunion des deux parties qui la composent.

L'inflammation ne tarde pas à s'établir entre les deux surfaces, et les produits de cette inflammation se consolidant, après la cicatrisation, déterminent l'adhérence de la canule aux parois de la peau de l'abdomen.

Quand l'opération a été bien exécutée, la plaie est guérie en quelques jours, et l'estomac de l'animal se trouve en communication avec le dehors, grâce à la canule de caoutchouc. On a une véritable fistule gastrique obtenue artificiellement.

Alors on visse sur la canule *c*, qui communique avec l'estomac, une boule, ou poche de caoutchouc (fig. 19), et l'animal est abandonné à lui-même.

Quand on veut se procurer du suc gastrique, il suffit de faire prendre au chien quelque aliment. Au bout d'un court intervalle de temps, le suc gastrique qui afflue dans l'estomac, pour

la digestion de cet aliment, coule en grande partie dans la poche de caoutchouc. Quelques heures après le repas du chien, si l'on détache cette poche de la canule et qu'on la remplace par un bouchon, on a à sa disposition une certaine quantité de suc gastrique, que l'on peut d'ailleurs renouveler, si on le désire, autant de fois que l'on donne à manger à l'animal.

Présentez à ce chien un morceau de viande, et appliquez l'œil au trou de son estomac ; si vous tenez quelque temps l'aliment

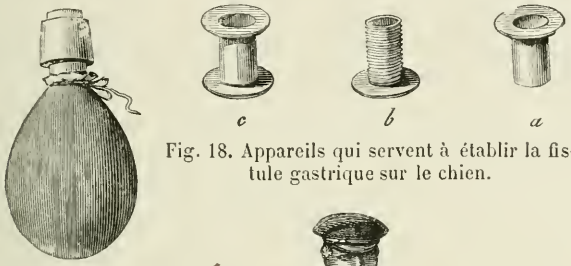


Fig. 18. Appareils qui servent à établir la fistule gastrique sur le chien.

Fig. 19. Chien porteur d'une fistule gastrique.

à la portée du chien, sans le lui laisser prendre, vous pourrez constater déjà qu'il y a dans son estomac un commencement de sécrétion du suc gastrique, de même qu'il y a un commencement de sécrétion de salive à la simple vue d'un mets savoureux.

Quand la viande aura été saisie et avalée par l'animal, son estomac se contractera immédiatement. La muqueuse deviendra rosée, et au bout de quelques instants on verra sourdre, goutte à goutte d'abord, ensuite avec plus d'abondance, un liquide. Ce

liquide, c'est le suc gastrique. Les contractions stomacales le mêleront à la pâte de la viande, et ce mélange se fera tout aussi intimement que s'opère le mélange de l'eau et de la farine entre les mains du boulanger qui les brasse dans son pétrin. Alors le bol alimentaire ira en diminuant, en se dissolvant graduellement, jusqu'à ce qu'il soit réduit à l'état d'une bouillie grisâtre, demi-liquide. Cette bouillie grisâtre, c'est le *chyme*. Sous cette forme l'aliment trouvera grâce devant le pylore, et franchissant cet orifice, il disparaîtra dans l'intestin.

Voilà assurément un des spectacles les plus curieux, les plus intéressants qui puissent être mis sous les yeux des personnes curieuses de s'initier aux phénomènes de la vie. Ce chien dont un art ingénieux a perforé l'estomac, de manière à laisser apercevoir de l'extérieur tout ce qui se passe dans les profondeurs d'une cavité toujours dérobée aux yeux ; cet animal qui se prête, sans aucune souffrance, aux regards du physiologiste et de l'amateur, et qui peut d'ailleurs être guéri, quand on le désire, de cette blessure artificielle et temporaire, c'est là certainement une des plus remarquables et des plus saisissantes découvertes de la physiologie moderne.

C'est à un physiologiste français, Blondlot, de Nancy, mort en 1875, que l'on doit la découverte de ce procédé remarquable, de cette opération, devenue aujourd'hui, pour ainsi dire, classique, dans les cours de physiologie.

Mais, nous direz-vous, si le suc gastrique est bien réellement l'agent spécial de la dissolution de l'aliment, pourquoi ne dissoudrait-il pas partout ailleurs que dans l'estomac? C'est en effet ce qui a lieu. Le suc gastrique dissout les aliments ailleurs que dans l'estomac. Il est facile de s'en convaincre.

Au lieu de laisser le chien porteur d'une fistule gastrique digérer tranquillement son morceau de viande, retirons, au bout de quelques heures, la poche de caoutchouc qu'il porte sous le ventre, et qui renferme alors du suc gastrique. Faisons écouler ce suc dans un flacon de verre. Nous aurons ainsi une certaine quantité de suc gastrique pur.

Mettons ce suc gastrique, avec un morceau de viande, dans un vase quelconque, flacon ou tube de verre ; et comme nous n'aurions pas la patience de Spallanzani, qui tenait un tel mélange sous son aisselle pendant des jours entiers, plaçons-le sur un

poêle d'appartement, pour le faire chauffer doucement, de manière à l'amener à la température que possède l'estomac à l'instant de la digestion, c'est-à-dire à + 38 ou + 39°. La dissolution s'opérera dans ce vase de verre comme elle se serait opérée dans l'estomac du chien.

Nous disons comme dans l'estomac : il faut ajouter à la *différence de temps près*. Dans cette expérience, il faut, en effet, attendre plus longtemps que pour une digestion naturelle accomplie dans l'estomac. Si pourtant nous tenons à opérer à peu près aussi vite que dans l'estomac, nous le pourrons. Il nous suffira, pour cela, d'agiter incessamment notre mélange.

Ce dernier fait doit préciser pour nous, d'une manière définitive, la part qui, en bonne justice, doit être faite à chacun des agents de la digestion stomacale, c'est-à-dire aux mouvements de l'estomac et au suc gastrique. Qu'avons-nous fait en agitant notre mélange? Nous avons mêlé plus intimement le suc gastrique avec la viande. Nous avons, en d'autres termes, suppléé artificiellement aux mouvements de l'estomac.

Il est donc bien établi que la dissolution de l'aliment dans l'estomac a eu pour agent direct le suc gastrique, et pour agent accessoire les mouvements de l'estomac, le tout aidé par la température que possède normalement l'estomac.

Ajoutons que l'on est parvenu à isoler le principe actif du suc gastrique, comme l'on est parvenu à isoler celui de la salive. On a nommé ce principe *pepsine* (du grec πέψις, digestion). On l'a également appelé *gastérase*, pour rappeler qu'il est sécrété par Messire *Gaster*, et encore *chymosine*, parce que c'est à ce principe qu'est due la conversion de l'aliment en chyme. Mais le nom de *pepsine* a prévalu.

La pepsine est une matière solide, qui se présente sous forme de petites écailles translucides, légèrement grisâtres, très-solubles dans l'eau acidulée, un peu moins dans l'eau pure et complètement insolubles dans l'alcool.

C'est sur l'insolubilité de la pepsine dans l'alcool qu'est fondé le procédé chimique qui permet d'extraire cette substance du suc gastrique. On recueille une certaine quantité de suc gastrique provenant de la digestion artificielle d'un chien porteur d'une fistule stomacale; on verse de l'alcool dans ce liquide, et par suite de l'insolubilité de la pepsine dans l'eau alcoolisée, cette matière

se précipite. Il n'y a qu'à la recueillir sur un filtre de papier, et à la laver, pour avoir la pepsine.

Un des caractères de la pepsine, c'est de coaguler le lait, comme le fait la *présure*, qui sert à la fabrication des fromages. La présure n'est autre chose, pour le dire en passant, que le suc gastrique du veau ou des jeunes ruminants, étendu d'eau acidulée par du vinaigre.

La pepsine dissoute dans l'eau acidulée possède toutes les propriétés du suc gastrique. Elle dissout les viandes et la fibrine, comme le suc gastrique : de sorte que l'on peut faire des digestions artificielles de viande avec un suc gastrique également artificiel.

On a pensé que le principe immédiat de la digestion stomacale, c'est-à-dire la *pepsine*, pourrait être employé en médecine, et la pepsine a été introduite dans la thérapeutique, pour le traitement des affections gastriques où l'on a lieu de croire que l'estomac ne sécrète pas un suc gastrique suffisamment abondant, suffisamment énergique. La pepsine s'administre contre les digestions laborieuses, et elle rend dans ce cas quelques services.

Pour préparer la pepsine que l'on emploie aujourd'hui en médecine, sous forme de poudre ou en dissolution dans un liquide acide, on prend l'estomac d'un veau récemment tué, et on en retire la pepsine en faisant infuser cet estomac dans l'eau acidulée, puis versant dans l'infusion aqueuse de l'alcool, qui précipite la pepsine. C'est avec ce *précipité* que l'on prépare les poudres et élixirs, plus ou moins digestifs, dont la pharmacie a, depuis trente ans, singulièrement varié les formes et le mode d'emploi.

Il est fâcheux, disons-le en passant, que l'on soit obligé d'emprunter la pepsine à l'estomac des veaux ; car le principe actif de la digestion du veau ne peut avoir la même énergie, appliqué à la digestion de l'homme.

Il est, du reste, un moyen fort simple de reconnaître le degré d'activité digestive d'une pepsine achetée dans le commerce. Le médecin ou le malade qui veulent s'édifier sur la réalité des propriétés digestives d'une poudre ou d'un élixir de pepsine n'ont qu'à prendre quelques grammes de cette poudre ou de cet élixir, et à les mettre, avec une certaine quantité d'eau, en présence de 60 à 100 grammes de fibrine extraite du sang par le battage, ou, plus simplement, avec des fibres musculaires

provenant du bouilli de bœuf. On maintient ce mélange à la température de + 38 à + 40°, en le plaçant sur un poêle d'appartement et s'assurant, de temps en temps, avec un thermomètre, de la persistance de cette température. Dans ces conditions, une pepsine vraiment active doit dissoudre, en trois ou quatre heures, la presque totalité des fibres mises en expérience.

Revenons à la digestion stomacale. Une objection qui ne laisse pas d'être fort embarrassante au premier abord, a pu se présenter à l'esprit du lecteur. Un chimiste se vantait un jour devant Newton d'avoir découvert un dissolvant universel. « Dans quel vase le conserverez-vous? » lui dit finement le grand physicien. On pourrait faire la même question à propos de l'estomac. Lui aussi se vante de posséder un dissolvant de premier ordre pour les substances animales. Mais le vase dans lequel il le conserve, c'est lui-même : c'est l'estomac, c'est-à-dire une substance tout aussi organique que celles qui sont attaquées dans sa cavité. Le suc gastrique aurait-il donc, par une sorte de respect filial, des égards spéciaux pour l'organe qui le sécrète, qui lui donne naissance? Dissoudrait-il les substances animales venues du dehors, sans toucher à la substance de l'estomac? Non; le suc gastrique n'a d'égards pour personne. Saturne, le père des dieux, dévorait ses enfants, nous dit la mythologie. Le suc gastrique, suivant un exemple venu de si haut, dévorerait l'estomac, son père, si celui-ci ne se tenait sur ses gardes.

Ne voyez-là, lecteur, ni métaphore, ni hypothèse. La preuve que le fait est exact, la preuve que le suc gastrique dissoudrait l'estomac lui-même, n'étaient les précautions que la nature a prises à l'encontre d'un évènement aussi funeste, c'est que, lorsque le suc gastrique se trouve en présence de l'estomac mort, il l'attaque tant et si bien qu'il le perfore.

On trouve souvent dans les autopsies l'estomac ainsi perforé.

Comment se fait-il que rien de semblable ne se passe dans l'estomac vivant? C'est que ce dernier, sachant fort bien à quel fils dénaturé il a affaire, prend ses précautions. Pour lutter contre le terrible dissolvant qui le dissoudrait lui-même, sans égards ni pitié, messire Gaster a double corde à son arc. Expliquons-nous.

Comme tous les organes creux communiquant avec l'extérieur, l'estomac a sa paroi interne tapissée d'une membrane muqueuse. Or toute muqueuse fournit, comme le dit son nom, un

liquide spécial, le *mucus*. Le mucus provenant de l'estomac est le premier moyen de défense que cet organe oppose à l'action corrosive du suc gastrique. Il forme à la surface interne de ce viscère une couche visqueuse, qui le protège du mieux qu'elle peut, mais incomplètement, avouons-le.

Le second moyen de défense, c'est la pellicule mince qui revêt la face interne de la muqueuse stomacale, comme, du reste, de toute muqueuse, et que les anatomistes appellent *épithélium*. C'est cet épithélium qui, beaucoup plus épais chez nos oiseaux de basse-cour, nous a déjà servi à expliquer l'immunité de leur estomac. L'épithélium est à la muqueuse ce que l'épiderme est à la peau. C'est une couche inerte, insensible, mais précieuse, en vertu de son insensibilité même, pour protéger les parties qu'elle revêt. Qu'arrive-t-il lorsque, par le fait d'une brûlure ou d'une violence extérieure quelconque, la peau vient à perdre son épiderme? Elle sécrète un nouvel épiderme, qui a bientôt remplacé l'ancien. La muqueuse stomacale fait pour son épithélium ce que la peau fait pour son épiderme : elle sécrète un épithélium nouveau. Seulement elle le sécrète beaucoup plus promptement que la peau, car il y aurait péril en la demeure si la membrane muqueuse stomacale était un instant dépourvue de ce moyen de défense. Le suc gastrique, arrêté déjà par la muqueuse, peut bien arriver jusqu'à cet épithélium et l'attaquer, lui aussi, mais il n'ira pas au delà. Il en trouvera toujours entre l'estomac et lui, car, en même temps que la muqueuse perd une couche épithéliale, elle en sécrète une nouvelle, laquelle immédiatement prend la place de la précédente. Il y a ainsi lutte incessante, et c'est par cette lutte seulement que l'estomac se défend contre le terrible dissolvant qui le menace.

Nous comprenons maintenant et l'immunité de l'estomac de la part du suc gastrique, et le soin qu'il a de ne laisser pénétrer ce suc dans sa cavité qu'à l'instant de la digestion. S'il en était autrement, notre estomac n'aurait aucune trêve. Il aurait à lutter à chaque instant contre un ennemi d'autant plus dangereux que la masse alimentaire ne serait pas là pour faire diversion.

Ce point vidé, passons à une question d'un intérêt pratique.

Nous venons de voir comment et sous l'influence de quelles causes l'estomac digère. Il n'est pas inutile de nous demander

maintenant combien de temps il met à effectuer la digestion d'un repas ordinaire.

Les différents expérimentateurs qui se sont occupés de cette recherche s'accordent à admettre, pour la digestion de l'homme, une durée moyenne de trois à quatre heures. Nous disons une durée moyenne. C'est qu'en effet cette durée n'est pas la même, comme bien l'on pense, pour tout repas. Elle est susceptible de varier suivant des conditions assez nombreuses, dont les principales méritent d'être signalées.

Et d'abord, il faut considérer la quantité d'aliments ingérés. Il va de soi que, toutes choses égales d'ailleurs, l'estomac mettra d'autant plus de temps à digérer, qu'il aura à opérer sur une plus grande masse de substance. Pour s'en convaincre, il suffira à chacun de faire appel à ses souvenirs. S'il nous arrive de faire à table une de ces séances homériques que les circonstances ou la gourmandise nous imposent quelquefois, notre estomac nous dira très-nettement qu'il est obligé de prolonger son travail bien au delà du temps habituel, et nous donnera avis, pour l'avenir, d'avoir à ne pas le surcharger autant.

Le degré de consistance sous lequel le bol alimentaire arrive à l'estomac, exerce une influence tout aussi manifeste sur la durée de la digestion. Certains animaux, les serpents, par exemple, peuvent, grâce à la mobilité de leur mâchoire supérieure, avaler tout entières des proies d'un volume relativement énorme.

Il y a dans le *Robinson suisse* une histoire qui nous a tous émus dans notre jeune âge. Il s'agit de l'âne de Robinson qui disparaît d'une façon si tragique dans le ventre d'un serpent boa. Le fait n'a rien de trop invraisemblable, puisque l'on assure que de l'estomac d'un boa qu'ils viennent de tuer les Indiens de l'Amérique du Sud retirent quelquefois le corps d'un jeune buffle assez bien conservé pour que ces sauvages puissent le faire servir à leur propre nourriture. P. Bérard rapporte ce fait dans son *Cours de physiologie*.

Nous ne songerons pas à contrôler l'assertion de P. Bérard concernant ce serpent redoutable, car, grâce à Dieu ! nous n'avons rien à démêler avec de semblables pourvoyeurs. Mais il vous arrivera peut-être, ami lecteur, de tuer, au coin d'un bois, quelque couleuvre, voire même quelque vipère. Si vous avez la curiosité d'ouvrir l'estomac du reptile, vous pourrez avoir la chance d'y trouver une souris parfaitement intacte de la tête à la queue.

Un préparateur d'histoire naturelle, M. Eloffe, a publié la dramatique histoire d'un crapaud qui fut avalé sous ses yeux par une couleuvre, et retiré par lui, deux heures après, de l'estomac de ladite couleuvre. Le crapaud était un peu ému, mais encore vivant. C'est ainsi que, selon l'Écriture sainte, le prophète Jonas put sortir vivant du ventre de la baleine.

Hâtons-nous d'ajouter que la digestion d'une proie ainsi avalée tout d'une pièce nécessite un long intervalle. On sait que le serpent est plongé, par cette lente et laborieuse digestion, dans un véritable état de torpeur, et que dans les pays où l'on fait la chasse aux serpents de grande taille on profite de cet état pour les approcher et les attaquer avec moins de danger.

L'homme ne peut se permettre de fantaisies semblables à celles de messieurs les serpents, c'est-à-dire avaler des animaux entiers, puis mettre trois à quatre jours à les digérer. Mais les faits que nous venons de rapporter n'en sont pas moins significatifs. Ils nous montrent, en le grossissant, et le rendant plus appréciable, l'inévitable retard que la cohésion, la trop grande masse des aliments, apporte à leur digestion.

Que le lecteur tienne note de cette remarque, pour ne pas avaler de trop gros morceaux, mais, au contraire, pour soumettre ses aliments à une mastication efficace, qui épargnera à son estomac et la peine et le temps.

L'influence considérable que la division de l'aliment exerce sur la rapidité de la digestion est démontrée d'une manière péremptoire quand on exécute des digestions artificielles avec le suc gastrique du chien obtenu par le procédé que nous avons décrit. Il est facile de reconnaître que les mêmes substances alimentaires sont dissoutes d'autant plus vite qu'elles sont plus divisées. On pouvait, du reste, tirer cette conséquence des notions que le lecteur a antérieurement acquises. On comprend sans peine que, si la pâte alimentaire est à un état de dissociation convenable, elle sera facilement imprégnée par le suc gastrique, qu'elle sera attaquée par cet agent dans toute son épaisseur et à sa superficie, et qu'elle sera, par conséquent, plus promptement dissoute. Si, au contraire, l'aliment est dur, cohérent, entier, il ne donnera prise au suc gastrique que par sa superficie; il ne se dissoudra que couche par couche, comme le fait une boule de gomme mise dans la bouche, et demandera,

pour se dissoudre, un temps beaucoup plus long que s'il était convenablement divisé.

La nature de l'aliment exerce une influence plus importante encore que les deux précédentes sur la durée de la digestion.

Il importe à tout le monde de connaître le temps qu'exige chaque substance alimentaire pour que sa digestion, ou plutôt sa dissolution, soit opérée dans l'estomac. Voyons donc quels sont les faits acquis à la science dans cette question.

Le premier document, et certainement le plus exact, que possède la physiologie concernant la *digestibilité* des différents aliments, a été fourni par le chirurgien américain Beaumont, dont nous avons parlé tant de fois. Beaumont a publié un *Tableau de la digestibilité des aliments*, dans lequel il a résumé les résultats des nombreuses expériences qu'il avait faites, dans un intervalle de plusieurs années, sur son blessé affecté d'une fistule gastrique.

Beaumont faisait prendre à ce docile serviteur un aliment unique, d'une nature déterminée. Au bout d'une heure, de deux heures, etc., il ôtait le tampon qui bouchait la fistule gastrique, et il retirait de l'estomac l'aliment, ou ce qu'il en restait. Il pouvait ainsi constater exactement le temps nécessaire à chaque substance alimentaire pour disparaître de l'estomac.

Nous mettrons sous les yeux du lecteur un extrait du tableau de Beaumont.

NOMS DES ALIMENTS.	DURÉE de leur séjour dans l'estomac. heures	minutes	NOMS DES ALIMENTS.	DURÉE de leur séjour dans l'estomac. heures	minutes
Riz	1	»	Boudin aux pommes de terre	3	»
Pied de cochon mariné	1	»	Côtelette de porc grillée	3	15
Truite et saumon frais	1	30	Pain de froment cuit au four	3	15
Cervelle bouillie	1	45	Carottes bouillies	3	35
Œufs frais rôtis	2	15	Saucisse fraîche grillée	3	20
Oie sauvage rôtie	2	30	Beurre fondu	3	30
Agneau frais bouilli	2	30	Fromage à la crème	3	30
Navets bouillis	2	30	Pain blanc frais cuit au four	3	30
Pommes de terre frites	2	30	Œufs frais cuits durs	3	30
Haricots en cosse bouillis	2	30	Veau frais bouilli	4	»
Poulet fricassé	2	45	Canard rôti	4	»
Bœuf bouilli	2	45	Porc salé bouilli	4	15
Porc salé cuit à l'étuvée	3	»	Tendons bouillis	5	30
Lait bouilli	3	»	Graisse de bœuf fraîche	5	30

Lallemand ayant, comme nous l'avons dit, opéré, à l'Hôtel-

Dieu de Paris, un malade dans les mêmes conditions où se trouvait le Canadien de Beaumont, c'est-à-dire lui ayant pratiqué une opération qui laissa une fistule gastrique, fit sur ce nouveau sujet des expériences semblables à celles qu'avait exécutées le médecin américain. Ces expériences ne modifièrent pas beaucoup les résultats publiés par Beaumont, en ce qui concerne la durée du séjour des différents aliments dans l'estomac, et par conséquent leur digestibilité.

De semblables tableaux sont fort utiles pour nous guider dans le choix du régime. On ne saurait pourtant leur accorder une confiance absolue. L'expérience prouve que telle substance réputée de digestion facile pour certaines personnes est indigeste pour d'autres, et cela en vertu de ces bizarreries individuelles, que l'on constate sans les expliquer, et que les physiologistes désignent, pour déguiser leur ignorance, sous le nom d'*idiosyncrasies*, mot grec sonore et pompeux, mais aussi vide que sonore, aussi vague que pompeux. On sait, par exemple, que certaines personnes sont purgées par une tasse de lait, d'autres par une cuisse de poulet; que quelques individus vomissent par l'ingestion du sucre, tandis qu'ils résistent à l'ipécacuana, etc. Le tableau donné par Beaumont ne peut d'ailleurs indiquer qu'une chose: l'intervalle de temps pendant lequel l'aliment séjourne dans l'estomac. Or, si tous les aliments sont dissociés et en partie dissous dans l'estomac, nous verrons plus loin que tous n'y sont point véritablement digérés, c'est-à-dire n'y subissent pas toutes les modifications nécessaires pour devenir absorbables. L'estomac n'exerce, par exemple, aucune modification sur les graisses ni sur les huiles. Il n'a pas davantage d'action sur les substances féculentes. Les corps gras et les féculents franchissent le pylore suspendus au milieu du chyme, et ils vont subir dans l'intestin leur transformation digestive.

La question de la digestibilité des différentes substances alimentaires est donc encore aujourd'hui obscure, mal éclaircie. Il est permis cependant d'émettre à ce sujet quelques propositions générales. Longet, dans son *Traité de physiologie*, résume ces propositions comme il suit :

« 1° La viande des mammifères se digère un peu moins vite que celle des oiseaux ; beaucoup moins facilement que celle des poissons ; elle est plus digestible étant rôtie que frite ou bouillie.

« 2° La volaille blanche se digère mieux que la volaille noire et le gibier.

« 3° La chair des poissons frais est plus digestible que celle des poissons salés.

« 4° Le lait est plus facile à digérer que tous les aliments précédents, le poisson frais excepté ; le lait cru est mieux digéré que le lait cuit, la crème mieux que le beurre et le fromage.

« 4° Les œufs à peine cuits sont d'une digestion à peu près aussi rapide que le laitage ; l'albumine liquide est digérée bien plus vite que l'albumine coagulée.

« 6° Les tendons, les membranes des artères, les cartilages, les os, pendant la durée ordinaire d'une digestion (3 à 4 heures), n'éprouvent pas d'altération notable.

« 7° La graisse, les huiles, séjournent très-longtemps dans l'estomac, entravent les phénomènes de la digestion, et peuvent, à juste titre, être regardées comme des aliments indigestes, quand elles sont prises en grande quantité.

« 8° Parmi les aliments végétaux les plus digestibles se trouvent les féculents cuits, qui sont digérés (non dans l'estomac, mais dans l'intestin grêle) aussi vite que le lait, les œufs demi-cuits et le poisson frais. Le pain rassis de froment est plus digestible que la pâtisserie et les pommes de terre.

« 9° Les fruits cuits et les légumes frais sont des plus faciles à digérer.

« 10° Quant à l'épiderme et au péricarpe (enveloppes extérieures des graines), absolument réfractaires s'ils ne sont pas d'abord broyés, ils empêchent la digestion des substances alimentaires qu'ils renferment. Aussi a-t-on vu certaines graines non décortiquées parcourir tout le tube digestif et néanmoins conserver leur faculté germinative. »

La thèse de M. Ch. Richet, que nous avons citée plus haut, à propos de la nature de l'acide du suc gastrique, renferme, dans un *Appendice*, le résultat d'expériences que l'auteur a faites, en 1876, sur l'opéré de M. Verneuil dont nous avons raconté l'histoire, pour constater la durée de la digestion stomacale des diverses espèces d'aliments.

M. Ch. Richet a trouvé que la durée *minimum* de la digestion d'un aliment appartient au lait. Après une heure d'ingestion c'est à peine s'il reste quelques traces de lait dans l'estomac. Seulement, comme le lait est un aliment complexe, composé de sucre, de caséine et de matière grasse (beurre), il se fait un dédoublement curieux dans ses éléments. Le sucre, l'eau et les sels solubles du sérum du lait disparaissent avant une heure, et on ne peut plus les retrouver; mais la matière grasse persiste encore dans l'estomac une demi-heure au moins.

M. Ch. Richet fait remarquer que c'est ce qui arrive pour tous les aliments complexes mélangés de graisse : la graisse est toujours la dernière à disparaître de l'estomac, non-seulement à cause de la difficulté de sa digestion, mais encore parce que cette

substance, qui est liquide à la température de 38° et 39°, qui est celle de l'estomac, surnage le liquide contenu dans cette cavité, et ne peut passer par le pylore que quand tous les autres liquides on disparu.

Cette dernière remarque de M. Ch. Richet suffit peut-être pour expliquer le temps considérable qu'exige la digestion des corps gras en général. Il faut que tous les autres liquides aient été absorbés pour que les corps gras, fondus par la température de l'estomac, parviennent au pylore.

Nous venons d'énumérer les différences les plus notables que présente la digestibilité des principaux aliments. Mais, d'autre part, l'organe digérant, l'estomac, doit également entrer en ligne de compte. Il n'y a pas, dit-on, deux hommes qui se ressemblent exactement. Ce qui est vrai de l'ensemble, doit l'être de chacune des parties constituantes. Voyez les bras, les jambes, toute la musculature des montagnards, et comparez-la à celle de nos chétifs citadins que l'argot parisien baptise du nom expressif de *gommeux*. Pourquoi l'estomac ne participerait-il pas à ces différences? Il y participe, en effet. Nos paysans digèrent gaillardement maintes substances dont la quantité et la nature nous causeraient de singuliers mécomptes. Bien qu'il soit taillé chez tous les hommes sur le même modèle et qu'il fonctionne suivant le même mécanisme, l'estomac n'a donc pas chez tous la même vigueur. Tout bon ouvrier qu'il soit, il ne peut travailler qu'avec ses propres forces.

Disons, enfin, que ce serviteur n'est pas toujours également apte au travail. Il opère autrement selon qu'il est bien portant ou malade. Vient-il à souffrir, il ne peut se plaindre directement à nous; mais il a, tout en haut du tube digestif, un confident, un révélateur. Ce révélateur, c'est la langue. C'est donc une langue plus ou moins chargée, plus ou moins *saburrale*, qui nous fait savoir que notre estomac demande des ménagements. Beaumont a constaté, en effet, qu'il y a relation constante entre l'état de la langue et celui de l'estomac.

Signalons un dernier ordre d'influences, qui est indépendant et de l'aliment et de l'estomac. Nous voulons parler de l'état de repos ou d'exercice dans lequel nous nous maintenons pendant le travail digestif. On a cru longtemps qu'un repos complet était, sinon nécessaire, du moins très-favorable à la digestion. *Post prandium sta*, « après le repas repose-toi », disaient grave-

ment les docteurs de l'école de Salerne. Cet aphorisme, si souvent cité, est une évidente erreur. Le Canadien de Beaumont, qui nous a déjà enseigné tant de choses, nous enseigne encore qu'un exercice modéré, la simple marche par exemple, augmente légèrement la température de l'estomac, et accélère ainsi la digestion.

« Bien mâcher et bien marcher, disait Fr. Bosquillon, ancien médecin de l'Hôtel-Dieu de Paris, tels sont les deux plus grands secrets que je connaisse pour vivre longtemps. »

Nous disons un exercice *modéré*. C'est qu'en effet un exercice violent retarde la digestion, l'enraye complètement, ou même la bouleverse de fond en comble. Dans l'organisme tout ne peut travailler en même temps. Qui dit travail d'un organe, dit afflux de sang vers cet organe. Pour suffire à un violent exercice, il faut que le sang se dirige vers les muscles ; dès lors l'estomac ne reçoit plus assez de sang pour exercer ses fonctions avec intégrité. C'est pour cela que les exercices physiques sont très-nuisibles après le repas, et même quelquefois à un trop court intervalle avant le repas.

Ce que nous venons de dire de l'activité musculaire, c'est-à-dire des exercices du corps, nous devons le dire également de l'activité de l'esprit. Le cerveau ne saurait se soustraire à la loi qui régit les autres organes; il lui faut du sang pour fonctionner. Et si l'on détourne l'afflux du sang qui se fait vers l'estomac, au moment de la digestion, pour le diriger vers un autre appareil organique, on nuit à l'accomplissement régulier de la digestion. On doit donc s'abstenir de tout travail intellectuel après le repas. Un intervalle d'une heure, au sortir de table, est nécessaire avant de se livrer à une occupation d'esprit.

Il est sage également de ne pas passer immédiatement du travail intellectuel au travail stomacal. Voltaire, dans sa *Correspondance avec Frédéric II*, donne à son royal ami des conseils fort judicieux sous ce rapport :

« On soupe quelquefois, écrivait Voltaire, sans avoir mis d'intervalle entre le travail et le repas: on se relève le lendemain avec une digestion laborieuse. On travaille avec la tête moins nette, on s'efforce, et l'on tombe malade. »

Les différentes considérations dans lesquelles nous venons d'entrer sont autant de leçons pratiques pour le lecteur désireux de conserver intactes ses fonctions digestives. L'occasion d'appliquer ces préceptes ne manquera pas : elle se présentera

pour lui deux fois par jour. Et s'il veut se mettre trop manifestement en opposition avec les salutaires conseils que nous lui donnons, ce sera à ses risques et périls. L'estomac est un très-bon serviteur, mais il peut se fâcher, si l'on n'a pas pour lui les égards voulus; et il use alors de représailles, assez désagréables pour nous.

Supposons la faute commise. L'estomac est en révolte ouverte contre la trop volumineuse masse alimentaire que nous lui avons imposée. Il ne veut pas, ou ne peut pas lui faire suivre la voie habituelle. Comment s'y prendra-t-il? Il agira tout à l'opposé de ce qu'il doit faire normalement. Il congédiera l'aliment, non plus par l'orifice de sortie, mais bien par l'orifice d'entrée. Il lui fera rebrousser chemin.... On a deviné qu'il s'agit du *vomissement*. Voyons quel est le mécanisme exact de cet acte physiologique.

On se rappelle que, normalement, l'estomac exécute deux mouvements en sens inverse. L'un de ces mouvements, dit *antipéristaltique*, consiste à ramener la masse alimentaire de l'orifice de sortie, le pylore, vers l'orifice d'entrée, le cardia. Cela étant, on est naturellement amené à croire que dans le vomissement il y a exagération du mouvement antipéristaltique, et que c'est grâce à ce mouvement poussé à l'extrême que l'estomac triomphe de la résistance de l'orifice œsophagien, et rejette au dehors l'hôte importun dont il veut se débarrasser. On a cru longtemps que les choses se passaient aussi simplement. Mais des expériences précises ont prouvé que les seules forces de l'estomac seraient insuffisantes pour le débarrasser du poids qui le surcharge. Ce qui le prouve, c'est que si on prive l'estomac des deux alliés puissants dont nous allons parler, il n'y a pas de vomissement.

Ces deux alliés sont, d'une part le *diaphragme*, de l'autre un ensemble de puissances musculaires assez nombreuses, disposées au devant du ventre, puissances avec lesquelles nous aurons à faire un peu plus ample connaissance dans l'étude de la respiration, et que l'on désigne sous le nom de *muscles expirateurs*.

Le *diaphragme*, organe fondamental de l'économie animale, est cette grande cloison musculaire, recourbée en forme de tente, qui sépare l'abdomen de la poitrine. Comme le montre la figure 20, il est directement en rapport, par sa face inférieure, avec le foie et l'estomac. Cette face inférieure, étant concave, ne gêne

pas la digestion; mais si le diaphragme vient à se contracter trop fortement, s'il efface sa concavité, pour descendre plus profondément dans l'abdomen, il exerce alors une pression sur l'estomac. Cette pression sera d'autant plus énergique que l'estomac, plus distendu, tendra lui-même à remonter davantage du côté de la poitrine. Ainsi comprimée, la poche stomacale devra nécessairement évacuer son contenu.

L'orifice le plus fort résiste : c'est le pylore; le plus faible cède : c'est le cardia. D'autre part, les muscles expirateurs qui

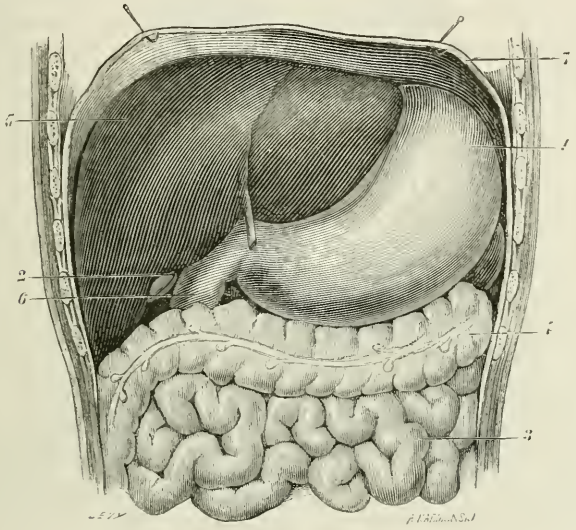


Fig. 20. Rapports de l'estomac avec le diaphragme, le foie et l'intestin.
1. Estomac. — 2. Vésicule biliaire. — 3. Intestin grêle. — 4. Gros intestin. — 5. Foie. — 6. Duodénum. — 7. Diaphragme, un peu soulevé, pour mieux laisser voir l'estomac et le foie.

tapissent la paroi antérieure du ventre, prennent leurs points d'appui sur les parois thoraciques distendues et fixées par l'air, qui a été, dans ce but, emprisonné dans la poitrine, ainsi que nous le prouve l'inspiration forte et parfois sonore qui précède les premiers efforts du vomissement. La contraction de ces muscles a pour effet de comprimer très-énergiquement l'estomac en haut et en arrière. Elle doit tendre à le vider dans le même sens.

De nombreuses expériences prouvent que l'un et l'autre de ces agents viennent prêter main-forte à l'estomac, quand il éprouve le besoin de vider son contenu par les voies supérieures. Si l'on

paralyse l'effet des muscles abdominaux par l'incision des parois abdominales, et celui du diaphragme par la section du nerf qui l'anime (nerf phrénique), il n'y a plus de vomissement.

Quand l'estomac est aux prises avec un bagage alimentaire qu'il est impuissant à digérer, il nous en prévient par cette sensation particulière d'anxiété qui constitue ce que l'on appelle *nausée*. Informés ainsi des dangers de la position, le diaphragme et les muscles abdominaux interviennent, et le vomissement s'opère aussitôt.

On est allé jusqu'à prétendre que l'estomac n'est pour rien dans l'acte du vomissement; qu'il s'en remet complètement, pour l'accomplissement de cet acte, au diaphragme et aux muscles expirateurs ; qu'il se croise, pour ainsi dire, les bras et les regarde faire. Des arguments fort plausibles, fondés tout à la fois sur les vivisections et sur la pathologie, ont été invoqués à l'appui de cette assertion hardie.

Reprenant les expériences de ses devanciers, Magendie fit, à ce propos, une expérience des plus curieuses. Il ouvrit un chien vivant, lui enleva l'estomac et remplaça cet organe par une vessie remplie d'eau. Il adapta cette vessie, au moyen d'une ligature, à la partie inférieure de l'œsophage, et injecta de l'émétique dans les veines de l'animal, de manière de provoquer des nausées ; puis il referma les parois abdominales par une suture. Or on vit cet estomac postiche se vider complètement, sous l'influence du diaphragme et des muscles abdominaux ! La poche artificielle se vidait par le vomissement, comme aurait pu le faire l'estomac donné par la nature!

Le fait pathologique qui suit n'est pas moins probant. En 1846, on apporta à l'hôpital de Vienne une pauvre fille qui venait de s'empoisonner volontairement, en avalant une quantité considérable d'un acide minéral. Cette malheureuse fut en proie jusqu'à sa mort à des vomissements continuels. *Elle vomit jusqu'aux lambeaux de son estomac*, et l'autopsie prouva que cet organe avait été complètement détruit.

Tous ces faits prouvent manifestement que le diaphragme et les muscles abdominaux font les principaux frais de l'acte du vomissement et qu'ils peuvent même parfaitement l'opérer à eux seuls. Est-ce à dire pourtant que l'estomac ne prenne habituellement aucune part à cet acte, comme le voulait Magendie? On ne voit pas pourquoi le mouvement antipéristaltique, que

l'on sait exister, normalement, n'y concourrait pas également, en ramenant les matières à rejeter jusqu'à l'orifice de sortie. Cette opinion est généralement admise aujourd'hui. La résistance que présente le cardia est ensuite vaincue par le mécanisme que nous avons exposé. Cet orifice une fois franchi, l'œsophage doit, lui aussi, se prêter à la circonstance. Il contracte successivement ses anneaux, non plus de haut en bas,

Fig. 21. Magendie.

comme pour la déglutition, mais de bas en haut, et il ramène jusqu'au pharynx le malencontreux aliment, qui fait ainsi un voyage à reculons. Le pharynx se charge alors de le jeter vigoureusement à la porte, soit par la bouche exclusivement, soit par la bouche et les fosses nasales, si le voile du palais, pris à l'improviste, n'a pas réussi à en protéger l'entrée.

On cite quelques personnes qui ont joui de la faculté de

vomir à volonté. Tel était, au commencement de notre siècle, le docteur Gosse, de Genève. Gosse ne manqua pas d'ailleurs, en homme dévoué à son art, d'utiliser cette anomalie pour se livrer sur lui-même à d'intéressantes expériences concernant la digestibilité des différents aliments.

Un médecin de Paris, le docteur Montègre, contemporain du docteur Gosse, jouissait de la même faculté, et il s'en servit, comme son confrère de Genève, pour faire des études sur la digestion. Comme il vomissait à volonté, il lui était facile, en effectuant ses vomissements une heure, une demi-heure, etc., après le repas, de reconnaître l'état des aliments au bout de cet intervalle de temps.

Il est bien entendu toutefois que ce sont là des faits exceptionnels, et que le vomissement n'est pour l'homme qu'un acte anormal, qui confine même, il faut le dire, à un état pathologique.

En résumé : séjour de trois à quatre heures dans l'estomac, grâce à l'occlusion énergique de ses deux orifices ; — contractions, s'effectuant alternativement, de l'orifice de sortie et *vice versa*, mais les premières finissant par prédominer sur les secondes, de manière à entraîner les matières vers l'intestin ; — sécrétion du suc gastrique, qui, se trouvant brassé avec la pâte alimentaire, secondé en cela par les mouvements et la température de l'estomac, dissout les substances animales, la viande, les matières musculaires ou fibreuses, et les transforme finalement en chyme, — tels sont les phénomènes essentiels et caractéristiques de la digestion stomacale.

Nous n'avons maintenant plus rien à faire dans l'estomac. Passons dans l'*intestin grêle*, en compagnie du chyme.

DIGESTION DANS L'INTESTIN GRÊLE.

Si l'on jette un coup d'œil sur la figure 22, on verra que la masse de nos intestins se divise en deux parties. L'une, qui est continue avec l'estomac d'une part, avec le gros intestin d'autre part, porte le nom d'*intestin grêle*. L'autre, que l'on nomme le *gros intestin*, est la partie terminale du tube digestif.

C'est dans l'intestin grêle que nous venons de pénétrer, en compagnie du chyme, et nous allons y faire une halte.

Le séjour du chyme dans l'intestin grêle a pour but de sépa-

rer définitivement les principes assimilables que contient la masse chymeuse, des matières réfractaires à la digestion, de livrer les premiers à l'absorption, séance tenante, et d'amener les autres au gros intestin, qui est chargé de les expulser au dehors.

Disons tout d'abord que cette épithète d'*intestin grêle*, ou de *petit intestin*, donnée à la première partie du conduit qui nous occupe, ne doit s'entendre qu'au point de vue du calibre; car, sous le rapport de la longueur, l'intestin grêle forme à lui seul les quatre cinquièmes de la masse intestinale. Or la longueur totale des intestins est évaluée approximativement à *sept fois la*

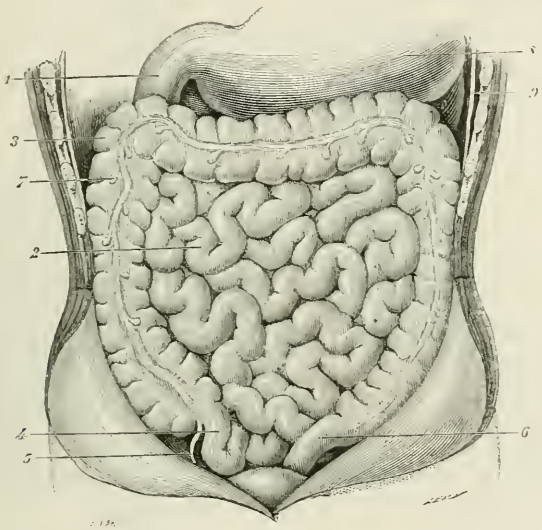


Fig. 22. Vue générale des intestins (duodénum, intestin grêle et gros intestin).
1. Duodénum. — 2. Intestin grêle. — 3. Gros intestin. — 4. Iléon, se continuant avec le gros intestin. — 5. Appendice cœcal. — 6. Rectum. — 7. Colon. — 8. Estomac. — 9. Diaphragme coupé.

longueur du corps entier. Le fait peut paraître surprenant, mais il résulte de mesures qui ont été prises bien des fois.

L'*intestin grêle* est partagé par les auteurs, plus ou moins arbitrairement, en trois parties, qui sont, en allant de haut en bas, c'est-à-dire de l'estomac vers le gros intestin : 1° le *duodénum*, 2° le *jejunum*, 3° l'*iléon*. Préoccupons-nous médiocrement de ces noms baroques, car cette division de l'intestin en trois parties n'a rien d'important. Il est convenu que, sous le titre de *digestion dans l'intestin grêle*, nous nous occuperons des phénomènes qui se passent dans toute l'étendue de cet intestin, sans tenir compte du fractionnement de l'intestin en trois par-

ties géographiques, fractionnement qui n'a aucune utilité dans l'étude de la digestion intestinale.

La digestion dans l'intestin grêle s'accomplit, comme dans l'estomac, au moyen de deux agents distincts :

1° Les mouvements de l'intestin grêle, sollicité à se contracter par le contact des matières alimentaires avec sa membrane muqueuse ;

2° Les liquides particuliers avec lesquels ces matières se trouvent mises en rapport, et qui leur impriment des modifications nouvelles.

Haller s'est immortalisé par sa découverte de la propriété des tissus que l'on nomme l'*irritabilité*, et c'est surtout dans l'intestin que cet illustre physiologiste a mis en évidence cette propriété de nos organes.

Quand on a été à même, une seule fois dans sa vie, de voir à découvert la masse intestinale d'un animal vivant ou récemment tué, on est resté convaincu, tout autant que le grand Haller, de l'irritabilité des intestins. On entend sous le nom d'*irritabilité des intestins* la propriété dont jouissent ces organes d'entrer en contraction lorsqu'un agent convenable les provoque à ce mouvement. Cette irritabilité se révèle : par le resserrement qu'éprouve l'intestin dans le point où on le touche, — par sa tendance à se rétrécir à une place, tandis qu'il s'élargit à une autre, — par le mouvement incessant qu'éprouve tantôt telle ou telle anse intestinale isolée, tantôt toute la masse. « *Cela grouille comme un tas de vers*, » a dit Burdach. Aussi le nom de *mouvement vermiforme* a-t-il été imposé aux contractions intestinales.

Il n'est pas nécessaire, pour constater ces contractions, d'être un aussi grand physiologiste que Haller. Le chasseur à la grosse bête est témoin de ce fait lorsqu'il abandonne à sa meute les entrailles de la pièce de venaison qu'il vient de forcer, ou bien encore lorsqu'il replace dans le ventre d'un de ses chiens les intestins que vient d'en arracher le coup de boutoir d'un brutal sanglier. Il suffit, du reste, d'entrer dans un abattoir pour avoir de trop nombreuses, et souvent trop cruelles occasions, de constater le fait de l'irritabilité des intestins. On voit, en effet, quand on parcourt un abattoir, les entrailles des animaux se tordre et s'enrouler sur elles-mêmes après que la vie s'est retirée du corps, et que la masse intestinale a été jetée à part, dans un baquet. Enfin il n'est pas jusqu'à nos cuisinières qui ne con-

naissent parfaitement ce mouvement des intestins après la mort violente d'un animal, volaille ou lapin.

Dans la multitude des mouvements intestinaux que nous venons de signaler, tout paraît désordre, et tout est désordre, en effet, avec les conditions où nous nous sommes placés. Mais ce désordre est de notre fait, ou du moins le résultat de la mort

Fig. 23. Haller.

violente qui nous a permis de l'observer. Quand les contractions intestinales s'effectuent dans le but qui leur est normalement assigné, c'est-à-dire pour accomplir la digestion intestinale, on voit, au milieu de cette confusion apparente, régner l'ordre admirable que l'on constate toujours dans les opérations de la nature.

Voyons donc quel genre de phénomènes va s'accomplir dans la masse alimentaire parvenue à l'intestin grêle.

Après avoir été puissamment travaillé par l'estomac, l'aliment doit subir, dans l'intestin grêle, de nouvelles et importantes modifications. Pour séparer définitivement les principes nutritifs des matières inutiles ou inertes, la nature a besoin de s'assurer une halte prolongée dans l'intestin. Elle doit, d'autre part, provoquer un mélange intime entre la masse alimentaire et les liquides destinés à agir sur elle, de manière qu'aucune parcelle utile ne soit retenue dans le détritus qui passera dans le gros intestin. Elle doit, en fin de compte, amener le résidu alimentaire jusqu'à l'extrémité du gros intestin, pour que celui-ci le rejette au dehors. Telle est la triple indication à laquelle satisfont les contractions intestinales. Disons comment ces trois indications sont remplies.

Nous avons quitté l'estomac à l'instant où il venait de déverser le chyme dans l'intestin grêle. Une fois là, les matières ne peuvent plus refluer dans l'estomac : la contraction du pylore s'y oppose. Dès lors elles sont forcées de s'accumuler momentanément dans la partie de l'intestin la plus voisine de l'estomac, c'est-à-dire au commencement du *duodénum*, première partie de l'intestin grêle, ainsi nommée parce qu'elle a chez l'homme la longueur de *douze doigts*. Cette première partie de l'intestin se trouve distendue par la masse qu'elle vient de recevoir. Or le duodénum, comme tout le reste de l'intestin, a une charpente musculaire à peu près analogue à celle de l'œsophage et de l'estomac. Il présente deux ordres de fibres, les unes circulaires, les autres longitudinales. La contraction des fibres circulaires a pour effet de rétrécir l'anse intestinale sur laquelle elle porte, et en même temps de servir de point fixe pour la contraction des fibres longitudinales. Celles-ci, au contraire, dilatent l'intestin, redressent ses flexuosités et amènent la partie dilatée au devant des matières que vient de chasser la contraction des fibres circulaires.

Ce mécanisme n'a rien, du reste, que nous ne connaissions déjà. C'est le même que celui qui a amené le bol alimentaire du haut de l'œsophage à l'estomac et de l'estomac à l'intestin. L'ensemble des contractions qui effectuent ce mouvement porte ici, comme à l'estomac, le nom de *mouvement péristaltique*. Il amène les matières du commencement à la fin de l'intestin grêle, c'est-à-dire du commencement du duodénum jusqu'à la fin de l'iléon.

Arrivées là, les matières chymeuses vont-elles quitter l'intestin

grêle, pour passer dans le gros intestin ? Non, car nous avons dit que la halte doit être prolongée. Remarquons déjà que le mouvement péristaltique a dû mettre un certain temps pour s'effectuer, et cela en raison même de la longueur du trajet parcouru. Ce trajet n'est plus de quelques centimètres, comme du haut en bas de l'œsophage, ou du cardia au pylore : il a l'énorme longueur de 9 à 10 mètres. Cependant cela ne suffit pas encore. Arrivées à la fin de l'iléon, les matières vont distendre cette partie, comme l'instant d'avant elles distendaient le duodénum. Dès lors, une série de contractions, exactement inverses aux précédentes, ramèneront le contenu intestinal de l'iléon au duodénum. C'est là ce que l'on nomme le *mouvement antipéristaltique*. Puis viendra un nouveau mouvement *péristaltique*, et *vice versa*.

Il y a là, comme on le voit, non pas du désordre, mais, au contraire, un rhythme parfaitement déterminé, qui tient sous sa dépendance le mode et la vitesse de progression des matières. Ce rhythme vient-il à être gravement altéré, la digestion est elle-même troublée.

C'est ainsi que s'explique le flux de ventre involontaire qui accompagne les fortes émotions morales.

Voici comment le physiologiste explique les mésaventures intestinales du soldat qui voit le feu pour la première fois, situation que le peintre Charlet a si bien traduite dans son tableau qui a pour titre : *Le premier coup de feu*. L'ébranlement nerveux, l'émotion morale, ressentis par le conscrit, se propagent jusqu'à l'intestin, lequel, comme s'il voulait fuir à sa manière, active les mouvements de sa charpente musculaire, et accélère, par cela même, l'expulsion de son contenu.

C'est de la même façon, c'est-à-dire en excitant les contractions musculaires de l'intestin, qu'agissent les laxatifs et les purgatifs.

Au contraire, certaines substances, comme l'opium, ont la propriété de ralentir singulièrement les contractions intestinales, et de produire, par conséquent, l'effet inverse des laxatifs.

Voilà donc remplie la première indication, qui était d'assurer dans l'intestin grêle un séjour prolongé de la pâte chymeuse. Cependant il faut que ce va-et-vient finisse. Il faut que le *mouvement péristaltique* triomphe de son adversaire, le mouvement *antipéristaltique*, de telle sorte que les matières arrivent à se donner rendez-vous aux approches du gros intestin dans lequel pénétreront également celles qui n'ont été aucune-

ment digérées. Prédominance du mouvement péristaltique sur le mouvement anti-péristaltique, telle était, en effet, notre seconde indication. La nature l'a assurée en donnant aux faisceaux circulaires des parties voisines de l'estomac un excès de fibres, et par conséquent un excès de force, sur ces mêmes faisceaux circulaires des parties voisines du gros intestin. Dans les deux tiers inférieurs de l'iléon, la couche musculaire est épaisse, il est vrai ; mais ce sont les fibres longitudinales, ou dilatatrices, qui prédominent manifestement, si bien que l'on éprouve quelque difficulté à découvrir les faisceaux circulaires sous-jacents.

La seconde indication se trouve donc remplie. Ce qui le prouve, c'est que si l'on sacrifie un animal à la fin de sa digestion, on trouve les matières chymeuses accumulées au bas de l'iléon. Au contraire, si on le sacrifie à une période peu avancée de la digestion, les deux premières parties de l'intestin grêle sont distendues par ces matières.

Les mouvements alternatifs en sens inverse que nous venons de signaler, ont eu un troisième résultat. Elles ont longuement brassé, les unes avec les autres, les différentes matières contenues dans l'intestin grêle. La bouillie alimentaire, ainsi promenée d'un bout à l'autre de l'intestin, a pu multiplier ses points de contact avec les surfaces absorbantes, et s'est mêlée, molécule à molécule, avec les liquides qui doivent achever ses transformations.

Quels sont les liquides que le chyme trouve dans l'intestin, et qui doivent achever la digestion commencée dans l'estomac ? Ces liquides sont au nombre de trois :

1° La bile ;

2° Le suc pancréatique ;

3° Le suc intestinal.

La bile est un liquide visqueux, d'une couleur ordinairement jaune-verdâtre, d'une odeur nauséabonde, d'une saveur amère, qui laisse après elle un arrière-goût fade, particulièrement désagréable. Traitée par l'acide azotique, la bile jouit de la propriété, singulière et caractéristique, de passer successivement au vert foncé, puis au bleu, puis au rouge, enfin au jaune.

La bile est essentiellement représentée, sous le rapport de sa composition chimique, par une dissolution de deux sels, le cholate et le choléate de soude, qui contiennent l'un et l'autre

un excès de base. C'est à cette base en excès que la bile doit son alcalinité et sa propriété de dissoudre les graisses, en formant un sel soluble, c'est-à-dire un *savon*, puisque les chimistes appellent savon le sel qui résulte de la combinaison d'un acide gras avec une base.

Des analyses chimiques, souvent peu concordantes entre elles, ont signalé différentes autres substances accessoires comme faisant partie de la bile, mais l'énumération en serait ici fastidieuse.

Deux de ces substances seulement existent toujours dans la bile. L'une est la *biliverdine*, c'est-à-dire le principe colorant de la bile; l'autre la *cholestérine*. Cette dernière substance est grasse et cristallisable. Lorsqu'elle existe en trop forte proportion, elle peut se déposer dans la vésicule biliaire, et constitue alors ces *calculs biliaires*, ou *hépatiques*, dont le passage dans le conduit biliaire et l'expulsion sont extrêmement douloureux.

La bile existe dans l'intestin au moment de la digestion, mais ce n'est pas dans l'intestin qu'elle est produite; elle y est simplement déversée. Il nous faut donc, tout d'abord, savoir d'où la bile arrive dans l'intestin.

Personne n'ignore que la bile est *sécrétée*, c'est-à-dire produite, par le foie. Chacun sait également que le foie est un énorme organe glanduleux, situé latéralement à la partie supérieure du ventre, dans ce que l'on appelle l'*hypochondre droit*. Mais comment la bile sécrétée par le foie arrive-t-elle dans l'intestin grêle? Pour comprendre le voyage de la bile depuis le foie jusqu'à l'intestin, quelques notions anatomiques sont indispensables.

Si l'on jette un coup d'œil sur la figure 24, qui représente le foie et la vésicule biliaire, on voit, entre la portion de l'intestin grêle la plus voisine du foie et ce dernier organe, trois conduits, de volume différent. L'un de ces conduits, nommé *canal hépatique*, va depuis le sillon transversal que l'on remarque à la face inférieure du foie jusqu'à sa rencontre, à angle aigu, avec un autre conduit, plus petit, le *canal cystique*, lequel vient de la vésicule biliaire. La réunion de ces deux canaux en forme un troisième, plus volumineux, qui porte le nom de *canal cholédoque*. C'est ce dernier conduit qui pénètre dans l'intestin. Après avoir rampé quelque temps à travers les parois de celui-ci, il débouche dans le duodénum.

Avec cette courte géographie de la région du foie, le lecteur pourra comprendre le voyage que la bile accomplit pour se ren-

dre du foie, où elle est sécrétée, dans l'intestin, où elle doit opérer la digestion de certaines parties de la masse chymeuse.

Élaborée par la réunion de petits corpuscules sécréteurs qui constituent le tissu du foie, la bile doit nécessairement s'engager dans le canal *hépatique*, puis, de là, dans le canal *cholédoque*, qui lui fait suite. Il serait tout naturel de penser dès lors que la bile coule toujours directement dans l'intestin. Mais les choses ne se passent pas ainsi. Dans l'intervalle des digestions, l'intestin grêle est vide et rétracté sur lui-même. Ses parois compriment alors l'extrémité terminale du canal cholédoque, et

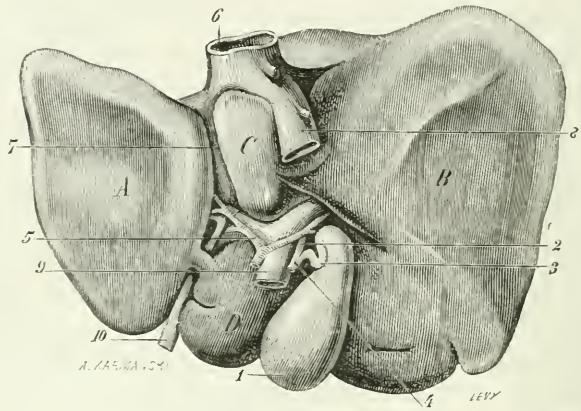


Fig. 24. Le foie vu par sa partie inférieure, et la vésicule biliaire, avec ses canaux adducteurs.

A. Lobe gauche du foie. — B. Lobe droit du foie. — D. Lobe médian du foie. — C. Lobule de Spiegel. — 1. Vésicule biliaire. — 2. Conduit hépatique. — 3. Conduit cystique. — 4. Canal cholédoque qui reçoit la bile du canal cystique et des canaux hépatiques. — 5. Artère hépatique. — 6. Veine cave. — 7. Tronc de la veine hépatique. — 8. Veine cave inférieure. — 9. Veine porte. — 10. Veine ombilicale.

ferment ainsi, en grande partie, son orifice. Dans ces conditions, la bile, ne trouvant pas, dans le *canal cholédoque*, une issue en rapport avec la proportion dans laquelle elle est sécrétée, remonte jusqu'au point où ce canal vient s'aboucher avec le *canal cystique*.

Il semble un peu étrange, au premier abord, que la bile puisse cheminer contre l'action de la pesanteur, pour se rendre dans le canal *cystique*, qui est assez étroit. Aussi, pendant la digestion, même alors que l'orifice intestinal du canal cholédoque est libre, la bile qui vient du foie tombe-t-elle directement dans l'intestin, par les canaux *hépatique* et *cholédoque*. Mais dans l'inter-

valle des digestions, alors que l'orifice du canal cholédoque est comprimé, on comprend que la bile, qui est poussée d'une manière continue dans le *canal hépatique*, n'ayant plus, après la réplétion du *canal cholédoque*, d'autre issue que le canal *cystique*, doive s'y engager, et arriver, par ce conduit, à la cavité qui le termine.

Cette cavité, c'est la *vésicule biliaire*.

Nos cuisinières savent parfaitement qu'il existe, à la partie inférieure du foie des oiseaux et autres animaux, une petite poche, allongée en forme de poire, laquelle, si elle vient à être rompue, déverse sur les parties environnantes un liquide jaune-verdâtre, qui imprime à ces parties une amertume toute particulière. C'est ce que l'on appelle vulgairement la *poche du fiel*. Nos cuisinières savent également qu'elles trouvent cette poche tantôt vide, tantôt pleine. Elle est pleine quand l'animal a été sacrifié assez longtemps après son dernier repas. Si au contraire il a été immolé pendant le cours d'une digestion, la poche est à peu près vide.

La *vésicule biliaire* ne sécrète pas le liquide qu'elle contient, comme on le croit assez généralement, et comme le croyaient, du reste, quelques physiologistes du dix-septième siècle. Le foie seul sécrète la bile; la *vésicule* ne sert qu'à l'emmagasiner.

Ce qui prouve que la vésicule biliaire ne sécrète pas la bile, c'est que, si on lie le canal *cystique*, on supprime tout afflux de bile dans la vésicule biliaire. La vésicule biliaire n'a donc d'autre destination que de tenir en réserve la bile produite par le foie, afin de la débiter quand les besoins de la digestion réclameront sa présence dans l'intestin.

Cette destination est si vraie, que la nature n'a pas accordé de *vésicule biliaire* au plus grand nombre des herbivores, qui prennent à chaque instant de la nourriture, et qu'elle a, au contraire, donné une vésicule biliaire volumineuse aux carnassiers, qui sont exposés à attendre longtemps leur proie, et par conséquent à laisser de longs intervalles entre leurs repas.

C'est donc à l'instant de la digestion intestinale, et à cet instant seulement, que la vésicule biliaire se vide. Mais comment son écoulement est-il provoqué?

Quand le chyme passe dans le duodénum, il distend nécessairement cette première partie de l'intestin grêle, et il distend,

par cela même, l'orifice du canal cholédoque, qui se trouve ainsi dilaté, au lieu d'être comprimé, comme il était auparavant. Ce n'est pas tout. Comme une des courbures que décrit le duodénum avoisine la vésicule biliaire, la distension de cette anse intestinale doit exercer une certaine compression sur le réservoir biliaire, compression qui tend naturellement à lui faire évacuer son contenu. Ajoutez à cela la contraction des fibres musculaires dont sont pourvues les parois de ce réservoir, et vous comprendrez comment, sous l'influence de cette triple cause, la vésicule ne déverse la bile dans l'intestin qu'au moment même où le chyme vient d'y pénétrer.

Maintenant que nous avons amené la bile à sa destination, c'est-à-dire dans l'intestin, voyons quel en est l'usage dans la digestion intestinale.

On est unanimement d'accord aujourd'hui pour admettre que le rôle de la bile dans la digestion intestinale se réduit à produire l'*émulsion* des corps gras.

Qu'est-ce que l'*émulsion* d'un corps gras? Cette opération, telle que l'exécutent les pharmaciens pour préparer les juleps, les loochs, etc., consiste à diviser les molécules graisseuses et à les suspendre dans un liquide aqueux, par l'intermédiaire d'une substance soluble et visqueuse, comme l'albumine, ou le jaune d'œuf. Mais comment l'opération pharmaceutique de l'émulsion des corps gras peut-elle nous expliquer la digestion des graisses dans l'intestin?

Nous avons dit que l'estomac n'exerce aucune action sur les corps gras alimentaires et que les huiles et les graisses arrivent à l'intestin avec leurs propriétés habituelles et distinctives. L'une des propriétés essentielles des corps gras, c'est de ne point être miscibles à l'eau. Cependant les parois de l'intestin sont constamment lubrifiées par un liquide aqueux. Il faut donc que les graisses, pour être absorbées, puissent se mêler à ce liquide aqueux. Or, que fait le pharmacien quand il veut incorporer une substance grasse à une substance aqueuse? Ainsi que nous venons de le dire, il ajoute au corps gras un liquide mucilagineux ou gommeux, tel que du blanc d'œuf, une solution de gomme arabique, de la glycérine, etc., puis il verse lentement l'eau ou le liquide aqueux, en triturant ensemble, dans un mortier, à l'aide d'un pilon, le mélange d'eau, de corps gras et

de matière gommeuse. Les molécules graisseuses se divisent en particules très-déliées, et, adhérant aux molécules gommeuses ou mucilagineuses, elles se suspendent, avec elles, au milieu du liquide aqueux, en donnant à ce liquide un aspect laiteux. C'est ainsi que l'on prépare les émulsions pharmaceutiques, c'est-à-dire les loochs, les juleps, les potions gommeuses, etc.

Nous pouvons ajouter que les amandes bien triturées et délayées dans l'eau produisent une *émulsion naturelle*, parce que l'albumine de l'amande, se dissolvant dans l'eau, sert à mettre en suspension l'huile contenue dans l'amande même, c'est-à-dire l'*huile d'amandes douces*.

On appelle *lait d'amandes* cette émulsion naturelle, composée de l'albumine et de l'huile de l'amande. Le *sirop d'orgeat* est une émulsion naturelle d'amandes douces, mélangée à du sirop de sucre.

La bile joue dans l'intestin exactement le même rôle que joue le mucilage ou la gomme dans le mortier du pharmacien, le même rôle que l'huile d'amandes douces joue dans le *lait d'amandes*. Brassée, par les mouvements péristaltiques et antipéristaltiques de l'intestin, avec les matériaux graisseux qu'a entraînés le chyme, la bile, par les sels d'acides gras qu'elle renferme (choléate et cholate de soude), émulsionne cette graisse, c'est-à-dire la divise, la tient en suspension, la rend miscible au liquide aqueux de l'intestin et, par conséquent, absorbable.

La propriété dont jouit la bile d'émulsionner les corps gras explique que cette matière soit quelquefois employée par les dégraisseurs en guise de savon.

Notons, comme fait curieux, et pour bien prouver la destination spéciale de la bile dans la digestion ou l'émulsion des corps gras, que Beaumont voyait la bile affluer dans l'estomac de son Canadien toutes les fois que des matières grasses venaient à y séjourner trop longtemps.

Les physiologistes modernes ont fait une expérience remarquable qui établit parfaitement, et qui en même temps limite exactement le rôle que joue la bile dans la digestion intestinale. Si on lie le *canal cholédoque* sur un animal, en pratiquant au point convenable une incision aux parois du ventre, le canal cholédoque étant ouvert, la bile ne peut plus affluer dans l'intestin. Et si on a la précaution d'établir, en même temps, une *fistule biliaire*, c'est-à-dire une ouverture artificielle, pour faire écouler la bile au dehors, l'animal présente bientôt un amaigris-

sement considérable, qui résulte de ce que, chez lui, la digestion des graisses ne s'opère plus. Si on sacrifie l'animal, au bout de quelque temps on constate que le produit ultime de la digestion intestinale, ce qu'on appelle le *chyle*, n'est plus aussi blanc que d'habitude : il a perdu en partie l'aspect laiteux qu'il doit à la suspension des molécules graisseuses.

Ajoutons cependant que les animaux porteurs d'une fistule biliaire survivent habituellement à cette opération, qu'ils peuvent même recouvrer leur embonpoint, et que leur chyle a repris alors son aspect laiteux normal, témoignant ainsi qu'il tient en suspension des molécules graisseuses émulsionnées, malgré

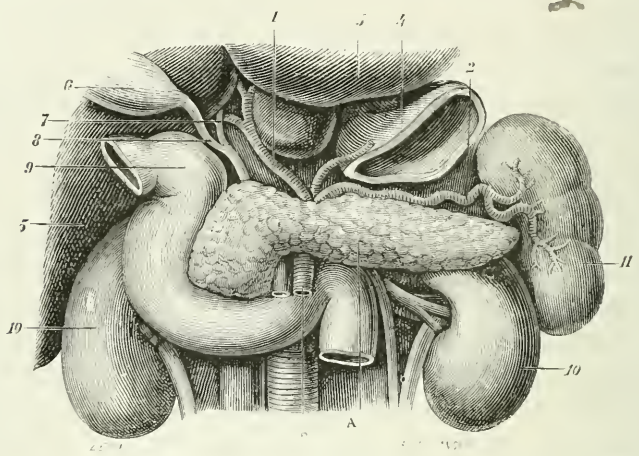


Fig. 25. Le pancréas et ses rapports avec le foie et les autres viscères et vaisseaux de l'abdomen.

A. Pancréas. — 4. Portion cardiaque de l'estomac. — 5. Foie. — 6. Vésicule biliaire. — 7. Canal hépatique. — 8. Canal cystique. — 9. Duodénum. — 10. 10. Rein gauche et rein droit. — 11. Rate. — 1. Artère hépatique. — 2. Artère splénique. — 3. Artère et veine mésentériques supérieures.

l'absence de la bile dans l'intestin. Que conclure de ce fait? Que, pour être utile à la digestion intestinale, la bile n'est cependant pas tout à fait indispensable à l'accomplissement de cet acte ; — que, si elle sert certainement à l'émulsion des corps gras, elle n'est pas l'agent exclusif de cette émulsion, — et qu'elle doit trouver dans l'intestin grêle un associé qui peut la remplacer au besoin. Quel est cet auxiliaire, cet associé? C'est le *suc pancréatique*.

Ceci nous amène à étudier, au point de vue de la digestion, le *suc pancréatique*.

Le *suc*, ou *liquide pancréatique*, existe dans l'intestin grêle,

comme la bile, mais, pas plus que la bile, il n'est sécrété dans l'intestin grêle. D'où vient-il donc ?

Si l'on soulève l'estomac et le duodénum, on trouve, tranversalement et au fond de l'abdomen, au niveau de la douzième vertèbre dorsale, un petit organe, d'un blanc grisâtre, granuleux, et assez semblable, pour la forme et l'aspect extérieur, à ce que nous mangeons sous le nom de *ris de veau*. Cet organe, c'est le *pancréas* (fig. 25, A).

Si l'on incise ce petit organe, on reconnaît que sa texture est assez semblable à celle des glandes salivaires : d'où le nom de *glande salivaire intestinale*, qui est quelquefois donné au pancréas.

D'après sa texture, nous sommes donc assez portés à penser

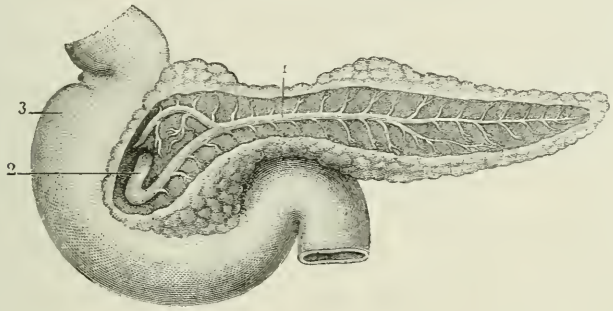


Fig. 26. Coupe du pancréas, pour montrer le canal pancréatique.
1. Grand conduit principal. — 2. Conduit excréteur pancréatique. — 3. Duodénum.

que le pancréas doit aussi sécréter un liquide propre à la digestion. C'est, en effet, ce qui a lieu. Le liquide sécrété par cet organe, c'est le *suc pancréatique*, dont le rôle dans la digestion est bien nettement tracé.

Par quelle voie le suc pancréatique arrive-t-il à l'intestin ? Par l'intermédiaire d'un petit conduit, qui se cache profondément dans l'épaisseur de la glande, et qui porte le nom de *canal pancréatique*, ou *canal de Wirsung*, d'après le nom de l'anatomiste allemand qui a découvert ce petit conduit.

La figure 26, qui représente une coupe du pancréas, met à nu le *canal pancréatique* et en montre les divisions principales.

La découverte du canal pancréatique remonte au XVIIe siècle. Cette découverte était environnée de beaucoup de difficultés. Nombre d'anatomistes avaient échoué dans la recherche du canal

excréteur du pancréas. Quelques-uns l'avaient aperçu, mais ils l'avaient pris pour une artère.

On prétend qu'un anatomiste allemand, Maurice Hoffmann, avait découvert ce conduit avant Wirsung, sur un coq d'Inde, et qu'il l'avait reconnu comme le véritable canal excréteur du pancréas. Mais le fait n'est point prouvé. Ce qui est, au contraire, fort authentique, c'est la description que Wirsung donna de ce canal, et le dessin qu'il en adressa, le 7 juillet 1643, à l'anatomiste Riolan, doyen de la Faculté de médecine de Paris. Aussi le *canal pancréatique* est-il désigné aujourd'hui sous le nom de *canal de Wirsung*.

George Wirsung était né en Bavière, mais il avait étudié la médecine à Padoue, sous Veslingius. C'est à Padoue qu'il fit, en 1642, la découverte du canal excréteur du pancréas.

Cette découverte fit grand bruit dans l'Europe savante et valut une grande renommée dans Padoue à George Wirsung.

Il faut ajouter que cette renommée devait lui être fatale. Wirsung fut provoqué par Cambier, médecin dalmate, qui exerçait son art à Padoue, à une discussion publique, à propos de sa découverte du canal pancréatique, dont Cambier contestait l'existence. Wirsung confondit publiquement son adversaire et le réduisit au silence par son éloquence et la force de ses démonstrations. Le médecin dalmate jura de tirer une éclatante vengeance de cet échec scientifique, et il ne tint que trop sa parole.

Le 22 août 1643, comme Wirsung était sur le seuil de sa porte, environné de ses élèves et de ses amis, tenant une conversation sur quelques points de science, le médecin dalmate, s'approchant du groupe sans être vu, et l'ajustant avec une carabine, l'étendit mort aux pieds de ses amis[1] !

Le canal excréteur du pancréas, comme on le voit sur la coupe du pancréas que représente la figure 26, se bifurque un peu avant

1. C'est ce que Morgagni rapporte, dans sa première *Lettre anatomique*, en ces termes :

22 *Augusti illuxit fatalis dies, nob. et clariss. D. Joh. Georgio Wirsung, philosophiæ ac medicinæ doctori, inclytæ nationis nostræ assessori honorando, qui, circà 24 noctis horam, ex solito, sub propriæ domus janua, familiariter cum aliquibus dominis concivibus eodem contubernio utentibus, conversatus, a D. Jacobo Cambier, ob nescio quod odium privatum, sclopeto majori, quod* carabine *vulgo dicunt, petitus, globoque transjectus, cum sanguinis copiâ simul et animam fundit, hæc verba identidem repetens :* Son morto io. O Cambier! O Cambier!

Fig. 27. La vengeance d'un anatomiste dalmate, ou le meurtre de George Wirsung par Cambier, le 22 août 1643.

son arrivée à l'intestin, et y déverse son contenu par deux orifices distincts. Le plus considérable et le plus important de ces deux orifices est commun au canal pancréatique et au canal cholédoque. L'autre, beaucoup plus petit et de découverte assez récente, vient s'ouvrir à une distance qui varie ordinairement de 1 à 4 centimètres au-dessus de l'orifice commun du conduit cholédoque et du canal de Wirsung.

La plus grande partie du suc pancréatique se trouve donc ainsi mélangée à la bile, au moment même de son entrée dans l'intestin. Ce seul fait tend déjà à indiquer une certaine communauté d'action entre ces deux liquides. En même temps aussi, il rend assez délicate l'étude isolée du suc pancréatique.

On peut se procurer ce liquide à l'état de pureté, grâce à la bifurcation de son conduit excréteur, bifurcation qui est beaucoup plus prononcée encore chez certains animaux que chez l'homme. Pour cela, on fait une incision à l'abdomen d'un chien, du côté droit. On soulève alors la partie du duodénum la plus rapprochée du pancréas, puis on saisit la petite branche isolée du canal pancréatique, et on l'utilise, pour établir une *fistule pancréatique*, comme nous avons déjà vu établir des fistules gastrique et biliaire.

L'expérience démontre qu'il convient de choisir l'instant d'une digestion pour faire cette opération. Si on l'a pratiquée sur un chien qui vient de manger, on trouve au pancréas une couleur rosée, résultant de l'activité de la circulation. Le canal pancréatique est alors gonflé de liquide, qui s'écoule immédiatement après la section, et qui continue à couler pendant les six à sept heures qui suivent. Si, au contraire, l'opération a été faite sur un animal à jeun depuis quelque temps, le pancréas est d'un blanc pâle, le canal pancréatique à peu près complètement vide, et il ne coule rien après son incision.

Ceci prouve que le suc pancréatique n'est sécrété et n'arrive à l'intestin que quand les besoins de la digestion l'y appellent. Nous avons vu qu'il en est de même de la salive, du suc gastrique et de la bile. Nous trouvons ainsi, à chaque pas, une preuve nouvelle de l'harmonie parfaite avec laquelle sont coordonnés les différents phénomènes qui concourent, dans le corps humain, à une même fonction.

Frais et normal, tel qu'il se présente quand il coule d'une fistule, le suc pancréatique est un liquide incolore, de consistance

sirupeuse, sans odeur à l'état frais, mais qui s'altère facilement. Sa saveur est salée, sa réaction au tournesol manifestement alcaline, comme celle de la bile. Sous l'influence de la chaleur, par l'action des acides ou de l'alcool, il se coagule en une masse blanche, comme pourrait le faire du blanc d'œuf. Cette matière blanche, précipitée par les acides concentrés, l'alcool ou la chaleur, paraît être la substance active du pancréas. On l'a donc nommée *pancréatine*.

N'oublions pas de dire que le suc pancréatique est sécrété, à l'intérieur du pancréas, par des glandes particulières, dont nous donnons ici (fig. 28) le dessin exact, avec un fort grossissement.

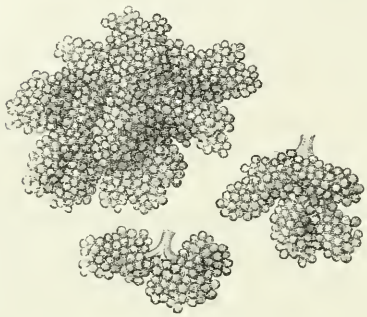


Fig. 28. Glandes pancréatiques, vues à un grossissement de 100 diamètres.

Voyons maintenant quelles sont les propriétés du suc pancréatique. On les rapporte à deux chefs :

1° Émulsion des corps gras ;

2° Saccharification des substances féculentes.

Si l'on agite une matière grasse quelconque, soit de l'huile, soit du beurre frais, avec du suc pancréatique, on voit le mélange se transformer en un liquide d'apparence laiteuse, en tout semblable au produit définitif de la digestion connu sous le nom de *chyle*. La matière graisseuse, qui n'était miscible ni à l'eau, ni à la salive, ni au suc pancréatique, se trouve, par son mélange avec le suc pancréatique, divisée en particules d'une finesse extrême, qui ne sont plus reconnaissables qu'au microscope : elle est, en un mot, *émulsionnée*. Cette simple expérience a déjà sa valeur. Elle constitue, tout au moins, une présomption pour nous faire penser que nous avons dans le suc pancréatique cet auxiliaire, cet associé auquel nous avons fait allusion, en terminant l'histoire de la bile, comme pouvant suppléer à l'absence de ce dernier liquide dans l'intestin.

La présomption deviendra plus forte, si nous ajoutons que les maladies du pancréas coïncident avec un amaigrissement considérable de l'individu qui en est affecté.

S'il restait encore quelques doutes sur le rôle émulsif du liquide pancréatique, voici qui serait de nature à les lever.

Que nous faut-il, en effet, pour changer la vraisemblance en certitude ? Surprendre le suc pancréatique émulsionnant les graisses, dans l'intestin même.

Ce qui rend l'expérience délicate, c'est le mélange immédiat, qui se fait dans l'intestin, du liquide pancréatique avec la bile. Mais il est un animal chez lequel le canal pancréatique, qui est unique, au lieu de venir s'aboucher avec le *canal cholédoque*, verse son contenu plus de 30 centimètres au-dessous de ce dernier conduit. L'animal qui présente cette disposition, c'est le lapin, l'une des malheureuses bêtes qui a le plus à se plaindre des physiologistes vivisecteurs. Si l'on sacrifie un lapin en pleine digestion de substances grasses, voici ce que l'on constate. Toute la portion de l'intestin située au-dessus de l'insertion du conduit pancréatique contient des graisses peu ou point émulsionnées. Les vaisseaux absorbants qui partent de ce segment intestinal charrient un liquide clair, qui atteste, par sa limpidité, l'absence presque complète des corpuscules graisseux. Tout au contraire, immédiatement au-dessous de l'orifice du canal pancréatique, on trouve les matières grasses parfaitement émulsionnées. Les vaisseaux absorbants qui partent de cette partie de l'intestin se montrent gonflés d'un liquide, non plus transparent, mais laiteux, ce qui trahit la présence des molécules graisseuses émulsionnées.

Cette expérience est des plus convaincantes, nous dirions presque qu'elle est trop convaincante. Elle nous prouve, en effet, que la bile a été insuffisante pour opérer seule l'émulsion complète des graisses dans les 30 centimètres qui séparent, chez notre lapin, l'orifice du canal cholédoque de celui du canal pancréatique.

Le suc pancréatique a, en effet, une action émulsionnante beaucoup plus immédiate et beaucoup plus prononcée que la bile elle-même. Pour quelques physiologistes, son pouvoir émulsif serait dix fois plus considérable que celui de la bile. Faisons remarquer toutefois que, la sécrétion de la bile étant au moins dix fois plus abondante que celle du suc pancréatique, la bile regagne en quantité ce qu'elle perd en intensité émulsive. Respectons donc les droits de chacun, et concluons que ces deux liquides se prêtent, pour la digestion des substances grasses, un mutuel et efficace concours.

C'est au physiologiste allemand Eberle que l'on doit la découverte de la propriété émulsionnante du pancréas.

Le second usage du suc pancréatique est relatif, avons-nous dit, à la digestion des fécules. Nous avons exposé avec détails, à propos de l'*insalivation*, le rôle important que jouent, dans notre alimentation, les matières féculentes. Nous avons dit que ces matières, étant insolubles dans l'eau, doivent, pour devenir absorbables, être transformées en sucre, c'est-à-dire en matière soluble. C'est là ce que nous avons appelé la *saccharification des fécules*. L'étude du rôle chimique de la salive nous a prouvé que ce liquide ne saccharifie qu'une petite partie des aliments féculents. Et comme le suc gastrique est sans aucune action sur la fécule, toute celle qui a échappé à l'action de la salive passe dans l'intestin grêle sans avoir subi de modification.

C'est dans l'intestin grêle que la saccharification des aliments féculents reprend une activité nouvelle. La bile cependant n'y a aucune part, car, pas plus que le suc gastrique, la bile n'a d'influence sur les matières féculentes. Les honneurs de cette métamorphose alimentaire reviennent tout spécialement au suc pancréatique.

C'est ce qu'ont prouvé MM. Bouchardat et Sandras. Si, à leur exemple, on prend du suc pancréatique de poule ou d'oie, oiseaux à pancréas volumineux ; — qu'on mêle ce suc pancréatique avec de l'amidon, — et qu'on élève graduellement la température du mélange, de manière à lui donner sensiblement celle du corps humain ($+ 37^0$ à $+ 38^0$), on voit la fécule devenir immédiatement soluble.

On peut constater sa transformation en sucre, comme lorsqu'on opère avec la salive. L'absence de coloration bleue par l'iode indique qu'il ne reste plus de fécule, et la coloration brune provoquée par l'ébullition avec la potasse prouve que cette fécule a été changée en glucose.

Telle est la puissance saccharifiante du suc pancréatique, que de petits fragments de pancréas, imprégnés qu'ils sont de suc pancréatique, saccharifient la fécule comme pourrait le faire le pancréas lui-même.

Cette propriété a été constatée, non-seulement sur des pancréas d'animaux, mais aussi sur celui de l'homme.

En résumé, émulsion des matières grasses et saccharification des fécules, tel est le double usage du suc pancréatique.

Le docteur Lucien Corvisart a voulu accorder au pancréas

une troisième action : celle d'achever la digestion des viandes; mais aucune preuve satisfaisante n'est venue confirmer cette nouvelle propriété accordée au pancréas. Nous n'avons donc pas à insister sur ce sujet, bien que des préparations annoncées comme digestives au même titre que les préparations de pepsine, et ayant pour base la *pancréatine* (ou ce que l'on a appelé de ce nom) aient été récemment lancées dans le commerce de la pharmacie.

Il nous reste à parler du troisième liquide qui concourt à la digestion intestinale, c'est-à-dire du *suc intestinal.*

Contrairement aux deux sécrétions que nous venons d'examiner, le suc intestinal n'est pas sécrété par un organe particulier : il s'exhale des parois intestinales.

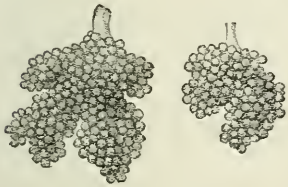


Fig. 29. Glandes intestinales en grappe (grossies 100 fois).

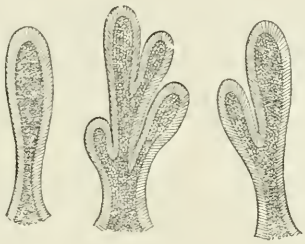


Fig. 30. Glandes intestinales en tube (grossies 100 fois).

Si l'on observe à la loupe la muqueuse de l'intestin, on voit, dans l'intervalle des villosités qui la hérissent, une multitude de petits pertuis, étroits et arrondis, semblables aux alvéoles d'une ruche et qui sont pleins de liquide. Ce sont les orifices des organes sécréteurs du suc intestinal, lesquels se trouvent à l'intérieur de la tunique de l'intestin.

La nature de cet ouvrage ne nous permet pas d'entrer dans des détails anatomiques à l'égard de ces organes sécréteurs. Disons seulement que les glandes qui sécrètent le suc intestinal sont de deux ordres : les *glandes en grappe* et les *glandes en tube.*

Les figures 29 et 30 représentent les *glandes intestinales en grappe* et *en tube*, vues avec grossissement de cent diamètres.

Les glandes intestinales, diversement groupées, constituent ce que les auteurs d'anatomie nomment :

1° Les glandes tubuleuses simples, ou *glandes de Lieberkühn;*

2° Les follicules isolés, ou *glandes en bourse;*

3° Les *follicules agminés, ou plaques de Peyer;*

4° Les glandes plus composées, dites *de Brunner*.

Telles sont les origines multiples du suc intestinal. Nous n'avons, du reste, nullement à nous préoccuper de ces noms.

Cette quantité énorme de petits organes sécréteurs disséminés à la surface de la muqueuse intestinale peut seule rendre compte de l'abondance des déjections dans certains flux intestinaux qui surviennent en dehors de toute alimentation. On ne peut, en effet, invoquer pour les expliquer, ni les aliments ingérés, ni le suc pancréatique, ni la bile, lesquels, comme on le sait, n'affluent dans l'intestin, du moins en quantité un peu notable, que pendant la digestion. Telles sont les évacuations excessives des cholériques et celles qui accompagnent la fièvre typhoïde. Telles sont encore les évacuations auxquelles sont exposés les intestins délicats, sous l'impression des premiers froids. L'abaissement de température, en supprimant brusquement la sécrétion cutanée, la rejette sur l'intestin. Voltaire et Haller payèrent toute leur vie un long tribut à ces misères physiologiques.

C'est en excitant la sécrétion intestinale des glandes qu'agissent les purgatifs.

Mais, s'il est facile de rendre abondante la sécrétion du suc intestinal, il l'est beaucoup moins de se procurer ce liquide à l'état de pureté. La multitude infinie des petits conduits qui déversent isolément leur contenu sur chaque point de la muqueuse ne permet pas d'établir une fistule intestinale. Aussi le suc intestinal est-il resté fort mal connu jusqu'à ces derniers temps, à cause de la difficulté que l'on trouvait à se procurer ce liquide pur de tout mélange avec le suc pancréatique ou la bile. M. G. Colin, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort, est cependant parvenu à se procurer de grandes quantités de ce liquide, en opérant sur le cheval, par un procédé dont nous pouvons omettre ici la description.

Le suc intestinal, quand on l'a séparé, par la filtration, du mucus qui l'accompagne, est un liquide très-fluide, et de réaction manifestement alcaline au papier rouge de tournesol.

Ses usages sont de deux ordres. Il sert :

1° A l'émulsion des graisses ;

2° A la saccharification des fecules.

Ces deux propriétés sont beaucoup moins prononcées dans le suc intestinal que dans le suc pancréatique et dans la bile.

Il faut tenir compte néanmoins de l'abondance avec laquelle est sécrété le suc intestinal, pour comprendre que son contact prolongé avec l'aliment soit de nature à parachever les modifications qui n'auraient été qu'incomplètement effectuées par les autres liquides digestifs.

Quant au *mucus*, il ne participe, avons-nous dit, à aucune des deux propriétés énoncées ci-dessus. Il est au suc intestinal ce que le mucus buccal est à la salive. Son rôle consiste uniquement à faciliter le glissement des matières contre la muqueuse de l'intestin, et à protéger cette membrane. C'est d'ailleurs le seul liquide que l'on trouve mêlé au suc intestinal dans le gros intestin.

Pour préciser davantage le rôle de l'intestin grêle dans l'acte de la digestion, il faut bien établir la composition de la bouillie alimentaire, à l'instant où elle passe dans l'intestin grêle, en constituant ce que l'on nomme le *chyme*. Cette bouillie alimentaire contient :

1° La totalité des matières grasses, lesquelles n'avaient subi encore aucune modification;

2° La plus grande quantité des matières féculentes, non encore saccharifiées;

3° Du sucre, ou *glycose*, formé dans la bouche aux dépens d'une petite quantité de matières féculentes, sous l'influence de la salive, auquel il faut ajouter le sucre qui a été ingéré en nature.

4° Les matières albuminoïdes dissoutes en grande partie par le suc gastrique, passées à l'état de *peptone*, mais non encore absorbées ; plus une certaine quantité de ces mêmes matières albuminoïdes, ou *peptoniques*, encore incomplètement dissoutes.

5° Enfin, les substances réfractaires à la digestion. Ces dernières sont les seules que nous retrouverons dans le gros intestin.

Le mélange de ces différentes matières, soumis aux mouvements péristaltiques et antipéristaltiques de l'intestin, a été brassé pêle-mêle avec la bile, le suc pancréatique et le suc intestinal. Dès lors l'émulsion des matières grasses a été opérée, grâce à l'alcalinité des sucs biliaire, pancréatique et intestinal. En même temps, la saccharification des fécules s'est opérée, et la dissolution des matières albuminoïdes et peptoniques s'est complétée, si elle n'a pas été entièrement accomplie dans l'estomac. A mesure que cette triple transformation a lieu, le mouvement anti-

péristaltique le cède graduellement au mouvement péristaltique.

Au milieu du va-et-vient incessant auquel les substances alimentaires sont soumises, elles finissent donc par se rassembler à la partie inférieure de l'intestin grêle. Mais pendant ce parcours elles sont en contact multiplié avec les vaisseaux absorbants dont est pourvue la muqueuse intestinale. Ces vaisseaux prélèvent, par un mécanisme que nous aurons à examiner plus loin, tous les principes assimilables, à mesure qu'ils ont subi les modifications que nous avons signalées.

Lorsque les matières sont arrivées à la fin de l'intestin grêle, elles ne renferment donc que les substances réfractaires à la digestion : de sorte que la digestion proprement dite est terminée. Il ne reste que des matériaux de rebut, lesquels, revêtus de mucus à leur surface, sont chassés dans le gros intestin par le mouvement péristaltique. Tout ce qui était important, utile, assimilable, a été enlevé par l'absorption.

On donne le nom de *chylification* à l'ensemble des phénomènes qui constituent la digestion dans l'intestin grêle, comme on donne le nom de *chymification* à l'ensemble des phénomènes de la digestion dans l'estomac. Le *chyle* est, en effet, le produit ultime de la digestion intestinale, comme le *chyme* est le produit ultime de la digestion stomacale.

Ainsi, le chyle est le principe utile, absorbable, réparateur, que l'économie a extrait des aliments. C'est la partie assimilable, celle qui doit être enlevée par les vaisseaux absorbants. C'est le produit final de la digestion. Il circule dans les vaisseaux dit *chylifères*, qui partent de l'intestin, pour aboutir à un canal commun, le *canal thoracique*. Nous ferons connaître plus loin la composition chimique du *chyle*, qui varie nécessairement selon la nature des aliments sur lesquels la digestion s'est exercée.

On voit, en résumé, que les trois ordres de principes qui, par leurs associations diverses, constituent nos différents aliments, ont subi, en parcourant l'intestin grêle, les modifications qui étaient nécessaires pour les rendre absorbables ; — que l'absorption a prélevé, chemin faisant, tous les éléments utiles à l'organisme, et cela par un mécanisme qui nous est encore inconnu, malgré les études si nombreuses qu'on en a faites ; — enfin qu'il n'y a plus dans l'intestin grêle que des matériaux de rebut.

Il ne reste donc qu'à débarrasser l'économie de ces résidus. Tel est le but de la *digestion dans le gros intestin.*

DIGESTION DANS LE GROS INTESTIN.

Le gros intestin, comme on peut le voir par la figure 31, commence, en haut, par une portion élargie en forme de cul-de-sac. On nomme cette partie (*k*) le *cæcum*. C'est là que vient se rendre le détritus alimentaire, expulsé par le mouvement péristaltique de l'intestin grêle (*f*). Ce détritus se compose des ligaments, des tendons, des tissus élastiques propres aux viandes et aux substances animales ingérées, — des parties végétales inattaquables par le suc gastrique, telles que les enveloppes extérieures des graines, les pepins, les noyaux, — de ce qui a échappé à l'action de la mastication, — de l'excès des principes alimentaires eux-mêmes, — enfin de l'excès des graisses, lorsque la quantité d'aliments gras ingérés a dépassé les besoins de la réparation. Tout cela est mêlé aux principes de la bile et au mucus intestinal. Comme c'est là une fort mauvaise compagnie, nous la prolongerons le moins possible.

C'est dans la première partie du gros intestin que le résidu de la digestion commence à changer de consistance, ainsi que de couleur, et à devenir fétide. Sa consistance plus grande et sa couleur beaucoup plus foncée, proviennent de ce que l'absorption a enlevé, dans l'intestin grêle, toutes les parties fluides, à peu près incolores, pour ne laisser que les parties solides, mélangées aux principes colorants de la bile. L'odeur trouve son explication dans les phénomènes de décomposition qui s'accomplissent au sein de matières fermentescibles dans un milieu chaud et humide.

De la décomposition de ces matières, s'accomplissant dans le gros intestin, résultent les gaz intestinaux, qui sont composés de gaz acide carbonique, azote, hydrogène carboné et hydrogène sulfuré.

La nature, qui sait tout utiliser, a assigné aux gaz intestinaux un double usage. Ils servent, d'une part, à favoriser le cours des matières, en distendant le gros intestin. Ils préservent, d'autre part, les organes contenus dans la cavité abdominale, en amortissant les chocs par leur élasticité, et répartissant l'effet de ces chocs d'une manière uniforme sur tous les viscères de cette cavité.

Changement de consistance et de couleur, développement d'odeur et de gaz, tels sont les phénomènes qui se passent dans le cœcum. Mais il faut qu'une fois arrivées là, les matières ne puissent plus remonter, refluer dans l'intestin grêle. C'est dans ce but que la nature a placé entre cet intestin et le cœcum une valvule très-résistante, que l'on nomme, à cause de sa position, *valvule*

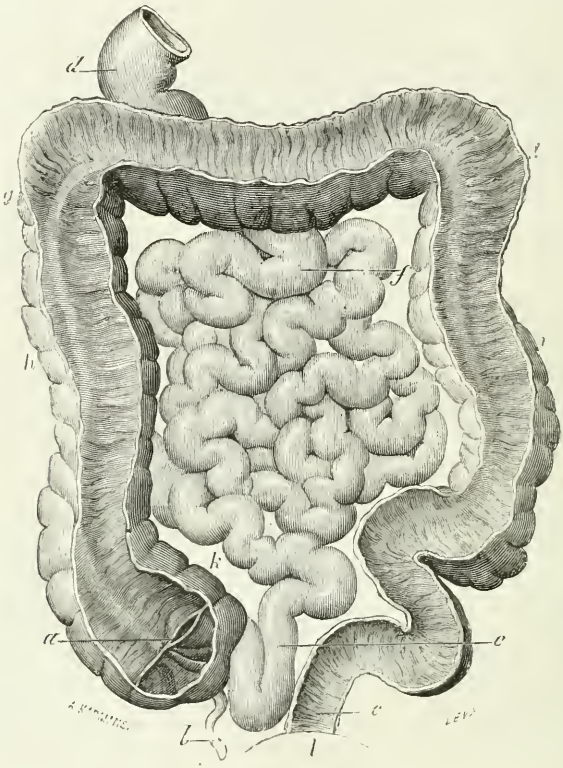


Fig. 31 Le gros intestin vu en coupe.

d. Duodénum. — *e*. Iléon, se continuant avec le gros intestin. — *f*. Extrémité supérieure du jéjunum. — *gg*. Colon transverse. — *h*. Colon ascendant. — *i*. Colon descendant. — *k*. Cœcum. — *a*. Valvule iléo-cœcale. — *b*. Appendice cœcal. — *c*. Rectum. — *l*. Vessie.

iléo-cœcale (*a*). On l'appelle aussi *valvule de Bauhin*, du nom de l'anatomiste suisse qui passe généralement, quoique à tort, pour l'avoir le premier découverte. Elle a reçu enfin le nom imagé de *barrière des apothicaires*, pour indiquer que là s'arrête l'empire de la seringue. Cette valvule est, en effet, disposée de telle sorte que, laissant passer les matières qui cheminent de l'intestin

grêle dans le gros intestin, elle s'oppose au retour ou reflux de toute matière du cœcum dans l'intestin grêle. Elle s'y oppose d'autant plus énergiquement que la distension du gros intestin a pour effet de la rendre plus rigide.

Ce n'est point assez que les matières contenues dans le gros intestin ne puissent pas rétrograder dans l'intestin grêle; il faut encore qu'elles gagnent la partie terminale du tube digestif. Elles cheminent dans ce sens, sous l'influence du mouvement péristaltique, que nous retrouvons ici encore prédominant sur le mouvement opposé. Elles traversent ainsi, plus ou moins lentement, les différentes parties que les anatomistes distinguent dans le gros intestin, et qui sont, après le cœcum : le *colon lombaire droit*, ou *colon ascendant* (*h*), le *colon transverse*, (*gg*) ou *arc du colon*, enfin le *colon lombaire gauche*, ou *colon descendant* (*i*). Au sortir de ce dernier, elles s'engagent dans cette partie qui plonge dans le bassin, en décrivant des flexuosités que l'on nomme l'*S iliaque du colon*. Elles arrivent enfin à la partie terminale du gros intestin (*c*), que l'on nomme *rectum*, dénomination inexacte, car le mot latin *rectum* veut dire droit, et la partie de l'intestin à laquelle s'applique cette dénomination, est, au contraire, fort incurvée.

Voici donc les matières qui composent le résidu de la digestion arrivées à la fin du tube intestinal, qui les expulse, quand leur accumulation est devenue gênante.

DIGESTION DES BOISSONS

Dans tout ce qui précède nous avons parlé uniquement de la digestion des aliments solides. Nous avons évité, à dessein, de parler des boissons. En terminant le chapitre de la digestion, nous allons examiner ce que deviennent les boissons introduites dans l'estomac.

Les boissons (nous désignons sous ce nom les liquides qui ne peuvent fournir aux organes digestifs ni chyle, ni chyme, et qui sont essentiellement composés d'eau, mélangée quelquefois de matières alcooliques et autres), les boissons sont absorbées par les veines de l'estomac et surtout par les veines de l'intestin grêle.

Les veines de l'estomac, réunies à celles de l'intestin, du

pancréas et de la rate, aboutissent à la *veine porte*, qui amène le sang dans le foie. Le liquide complexe résultant de la réunion des boissons arrive donc au foie par la veine porte. Après avoir traversé toute la substance du foie et séjourné quelque temps dans cet organe, le sang sort de ce gros viscère, par les veines *hépatiques*, qui aboutissent à la veine cave inférieure, et il se trouve ainsi mêlé au sang de la circulation générale.

Nous n'avons pas besoin d'ajouter qu'un organe particulier, le rein, est chargé de séparer du sang la partie aqueuse provenant des boissons, et que cette partie aqueuse est ensuite évacuée par l'appareil urinaire.

La manière dont les boissons sont absorbées par les organes digestifs, explique la rapidité de l'ivresse provoquée par les boissons alcooliques. A peine introduites dans le tube digestif, les boissons alcooliques passent de l'estomac et de l'intestin grêle dans le sang de la veine porte, traversent le foie, puis le cœur et le poumon, et arrivent au cerveau, sur lequel elles exercent leur action excitante ou narcotique. La rapidité de l'action stupéfiante des vapeurs d'éther et de chloroforme, employées comme moyen d'abolir la douleur pendant les opérations chirurgicales, s'explique de la même manière.

Les veines de l'estomac et celles de l'intestin grêle n'absorbent pas seulement les liquides aqueux pris dans le repas. Bien que l'expérience directe ne l'ait pas démontré en ce qui concerne les veines de l'estomac, il nous paraît probable que les veines de l'estomac et celles de l'intestin grêle absorbent également les produits albuminoïdes solubles, les produits *peptoniques*, qui résultent de l'action du suc gastrique sur les viandes.

En même temps que les matières albuminoïdes solubles et les matières peptoniques provenant de la digestion des viandes, les veines de l'estomac et celles de l'intestin grêle absorbent toutes les matières solubles apportées par les aliments. Le sucre, qui entre pour une portion si notable dans notre alimentation, existe en dissolution dans les liquides qui remplissent l'estomac et l'intestin grêle. Par conséquent, le sucre est absorbé dans ces organes par les veines. Il passe dans la veine porte, traverse le foie, et après avoir séjourné quelque temps dans ce viscère, en sort, pour se jeter dans les veines hépatiques, et arriver enfin dans la veine cave inférieure.

Le sang qui remplit le tissu du foie est donc chargé de sucre.

Ce sucre stationne quelque temps dans le foie, dissous dans le sang, qui l'a apporté des veines de l'estomac et de l'intestin grêle.

Avec ces simples lignes, cher lecteur, vous avez l'explication de la prétendue propriété de sécréter du sucre qui a été accordée au foie par Claude Bernard. Selon nous, le sucre n'est nullement sécrété par le foie ; il est tout simplement introduit dans le foie par l'alimentation.

Il serait étrange que la nature eût donné à un organe quelconque le soin de fabriquer une substance que les aliments fournissent en quantité surabondante à notre économie. La nature ne tombe pas dans ces contradictions, dans ces répétitions ; elle ne commet pas — qu'on nous permette cette expression — de ces pléonasmes fonctionnels. Le foie repose immédiatement, par sa face inférieure, sur l'estomac, organe qui, au moment de la digestion, chez l'homme, est rempli de liquides sucrés. Supposer que le foie se donne la peine de fabriquer, de sécréter, une substance qu'il a, pour ainsi dire, sous la main, cette idée ne saurait venir à la nature, qui est la logique en action.

Remarquez bien du reste que le foie est déjà le théâtre d'une sécrétion qui n'a rien de mystérieux ni de latent : c'est celle de la bile. Le sang qui s'introduit dans le foie ne renferme point les éléments de la bile. Au contraire, le sang qui pénètre dans le foie renferme déjà du sucre. De plus, on ne trouve dans le foie qu'un seul genre de cellule, ce qui indique que cette glande, comme les autres glandes de l'économie, n'est anatomiquement organisée que pour une seule sécrétion.

La *fonction glycogénique du foie*, sur laquelle Claude Bernard a tant disserté dans ses livres et dans ses cours, est donc insoutenable. J'ai combattu le premier cette théorie, par des recherches expérimentales qui ont laissé leurs traces dans la science, et l'on me permettra de rappeler brièvement ici les travaux que j'ai publiés sur cette question de 1855 à 1857.

Le fait fondamental qu'invoquait Claude Bernard pour attribuer au foie la propriété de sécréter du sucre, c'est qu'il n'existait point, selon lui, de sucre dans le sang de la veine porte d'un animal exclusivement nourri de viande. Pour le prouver, Claude Bernard ouvrait l'abdomen d'un animal en état de digestion d'un repas de viande ; il dégageait la veine porte qui amène au

foie le sang des veines de la plupart des viscères abdominaux ; il y pratiquait une saignée, et recueillait le sang de cette veine. Ce sang, d'après Claude Bernard, ne renfermait point de sucre ; l'analyse chimique le démontrait. Or, comme le foie est toujours rempli de matière sucrée, il fallait bien admettre qu'à cet organe était dévolue la propriété de fabriquer du sucre pour les besoins de l'économie.

Tel était l'état de la question, lorsque, en 1855, j'entrepris de démontrer le peu de fondement de la théorie de Claude Bernard. Je refis l'expérience fondamentale de ce physiologiste, c'est-à-dire, je recueillis, sur des chiens vivants, exclusivement nourris de viande, le sang de la veine porte ; puis, soumettant ce sang à l'analyse chimique, je montrai que ce sang renfermait du sucre.

La fonction glycogénique était ainsi ruinée par sa base. Aussi Claude Bernard nia-t-il énergiquement le fait de l'existence du sucre dans le sang de la veine porte chez les animaux carnivores. Une commission de l'Académie des sciences fut désignée, et je répétai devant cette commission l'expérience consistant à recueillir le sang de la veine porte d'un animal nourri de viande, et à démontrer la présence du sucre dans le sang de cette veine. La commission de l'Académie ne put que constater le fait, dans son rapport, lu dans la séance du 18 juin 1855[1].

Claude Bernard, qui avait commencé par nier le fait de la présence du sucre dans le sang de la veine porte des animaux nourris de viande, et d'ailleurs dans le sang de toute l'économie animale, a fini, non-seulement par admettre le fait, mais par en faire la base d'une nouvelle théorie. Dans ses *Leçons sur le diabète*, publiées en 1877, ce physiologiste proclame ce qu'il avait tant contesté en 1855, à savoir qu'il existe du sucre, non-seulement dans le sang de la veine porte, mais dans le sang de toutes les parties du corps.

Seulement, d'après lui, le sucre provient d'une substance qu'il appelle *glycogène*, qui serait sécrétée par le foie et s'accumulerait dans cet organe. C'est par la transformation progressive du glycogène en sucre, transformation opérée dans le foie, que se produirait le sucre que l'on trouve toujours dans le foie et dans le sang.

1. L'Académie des sciences de Paris décerna, en 1856, à l'auteur de cet ouvrage un des prix de 500 fr. de la fondation Montyon (médecine et chirurgie), pour ses *Recherches sur la présence du sucre dans le sang*.

Le prétendu *glycogène* de Claude Bernard n'est, comme l'a prouvé M. André Sanson en 1858, qu'une sorte de dextrine provenant des matières amylacées à demi digérées dans l'intestin, et qui s'introduisent dans le foie, avec le sang de la veine porte, pendant la digestion[1].

Fig. 32. Claude Bernard.

Une expérience que Claude Bernard fit, à la fin de l'année 1855, pendant le cours de notre discussion, frappa beaucoup les physiologistes. Claude Bernard prit le foie d'un animal, le hacha en morceaux, et lava ce foie haché dans de l'eau froide, jusqu'à ce qu'il ne renfermât plus de sucre. Il abandonna pendant quelques

1. *De l'origine du sucre dans l'économie animale* (*Annales des sciences naturelles*. Avril 1858, page 250 et suivantes).

jours ce foie haché au contact de l'air et de l'eau, et constata, au bout de ce temps, que le sucre existait de nouveau dans cette masse lavée. D'où venait le sucre dans cette expérience? Du foie, qui a la propriété, même après la mort, de sécréter du sucre, disait le professeur du Collége de France. Nous répondons, nous, que ce sucre provient tout simplement de ce qu'il existe dans le foie, de la dextrine, c'est-à-dire une sorte de fécule plus ou moins soluble, apportée par l'alimentation, et que, sous l'influence de l'air et de l'eau, cette fécule se change en sucre par la fermentation.

Ainsi s'explique l'expérience de Claude Bernard, qui produisit comme un coup de théâtre au milieu de notre discussion, qui égara l'opinion, mais dont on se rend compte avec la plus grande facilité par l'existence de la dextrine dans le foie. Dans cette expérience, l'eau employée au lavage du foie enlève la bile et le sucre, mais laisse la dextrine, le prétendu *glycogène*, lequel se transforme en sucre, au bout de quelques jours.

Prétendre, en effet, que le foie peut, après la mort, fabriquer du sucre, admettre une sécrétion *post mortem*, serait se combattre soi-même, car les fonctions physiologiques sont le propre des êtres vivants. La mort abolit toutes les fonctions, et une sécrétion posthume, une sécrétion qui s'exercerait sur le corps mort, ne serait qu'un phénomène cadavérique, un effet de décomposition putride, c'est-à-dire l'opposé direct d'une fonction de l'économie vivante.

Cette expérience ne prouve donc nullement l'existence de la fonction glycogénique du foie. Elle pourrait, avec plus de logique, être invoquée pour prouver la non-existence de cette fonction.

Dans le traitement de la maladie connue sous le nom de *diabète*, on a bien la preuve que le sucre qui existe dans l'économie vivante provient de l'alimentation, et non d'une autre source. Lorsqu'un diabétique qui rend par les urines 80 à 90 grammes de sucre par 24 heures, est soumis au traitement recommandé par le professeur Bouchardat, traitement qui consiste à supprimer le régime féculent et sucré, c'est-à-dire le pain, les pâtes amylacées, les fruits, etc., on voit, *au bout de trois ou quatre jours* à peine, le sucre disparaître en très-grande partie de l'urine. De 80 à 90 grammes par 24 heures, il tombe à 3 ou 4 grammes. A-t-on enlevé le foie à ces malades? Non. On n'a

fait autre chose que supprimer de leur régime alimentaire les matières féculentes et sucrées. Et si le malade, ne pouvant se faire au régime purement animal, revient à son alimentation habituelle, s'il se remet à manger du pain, des pâtes farineuses, des fruits, etc., le sucre reparaît aussitôt dans ses urines et dans la même proportion qu'auparavant. Peut-on nier qu'une substance dont l'apparation ou la disparition dans un liquide de l'économie est liée à la présence ou à l'absence de l'alimentation féculente, ne doive son origine à cette même alimentation?

Par ces diverses considérations, on pensera sans doute, avec nous, que c'est à tort que la fonction glycogénique du foie continue de figurer dans les ouvrages de physiologie.

RÉSUMÉ DES FAITS RELATIFS A LA DIGESTION.

Il ne sera pas inutile, en terminant, de résumer en quelques lignes tous les faits relatifs à la digestion des aliments solides et des boissons, tant dans l'estomac que dans l'intestin

Il faut, pour que ce résumé soit compris, se rappeler que toutes les substances si diverses qui constituent notre alimentation, peuvent se ramener à un très-petit nombre de principes immédiats. Considérées au triple point de vue de la composition chimique, de la manière dont elles se comportent dans le tube digestif, et de leur destination ultérieure dans l'économie, toutes les substances alimentaires peuvent se réduire à trois groupes distincts, à savoir :

1° Les *matières albuminoïdes* (représentées par la viande débarrassée de la graisse) ;

2° Les *matières grasses ;*

3° Les *matières féculentes et sucrées.*

Ces trois ordres de principes chimiques immédiats constituent, par leur association en proportions diverses, tous les aliments dont nous faisons usage. Or, en récapitulant ce qui a été exposé dans ce long chapitre, le lecteur se rappellera que chacun de ces trois groupes de principes alimentaires trouve, dans le parcours du tube digestif, trois liquides chargés de les modifier de manière à les rendre absorbables.

1° Les *matières albuminoïdes* (viande, fibrine, etc.) sont dissou-

tes par le suc gastrique ; elles passent à l'état de *peptone*, et sont absorbées par les veines dans l'estomac, puis dans l'intestin grêle par les veines et les vaisseaux chylifères.

2° Les *matières grasses* ne sont en rien altérées dans l'estomac : elles passent dans l'intestin grêle et le gros intestin, et là elles sont émulsionnées par la bile, le suc pancréatique et le suc intestinal.

3° Les *matières amylacées*, qui n'ont été qu'en petite partie saccharifiées dans la bouche, par l'action de la salive, ne sont point modifiées par le suc gastrique dans l'estomac. Elles passent dans l'intestin, pour s'y transformer en sucre : d'abord par l'action de la salive qui a été avalée, et qui, venant de la bouche, est arrivée au tube intestinal, ensuite par l'effet du suc pancréatique et du suc intestinal réunis.

Quant aux boissons, elles sont absorbées dans l'estomac et dans l'intestin grêle par les veines. Elles passent dans la veine porte, qui les déverse dans le foie. Après avoir séjourné dans cet organe, elles sont reprises par les veines hépatiques, qui vont les déverser dans la veine cave inférieure, d'où elles entrent dans le torrent général de la circulation, pour arriver aux reins, subir dans ces organes un travail d'élimination, et être enfin rejetées au dehors par l'appareil urinaire.

Séparer les principes assimilables de ceux qui sont inutiles à l'organisme, absorber les premiers et rejeter les seconds, toute la digestion est là. Nous avons vu comment ce double but est atteint, d'abord dans l'estomac, ensuite dans l'intestin grêle, enfin dans le gros intestin, tant pour les aliments solides que pour les boissons. L'étude de la digestion est donc terminée.

II

COMMENT S'OPÈRE LA NUTRITION

Les organes de l'absorption nutritive : les vaisseaux lymphatiques et les vaisseaux chylifères. — Histoire de la découverte des vaisseaux lymphatiques et chylifères. — Hippocrate constate le fait de l'absorption par les veines de l'estomac. — Érasistrate aperçoit les vaisseaux chylifères de l'intestin. — Les médecins arabes, au moyen âge, connaissent le fait de l'absorption par la peau. — Eustachi, en 1563, découvre le canal thoracique (veine blanche du thorax), mais il méconnaît les vaisseaux aboutissant à ce canal. — En 1622, Aselli découvre sur un chien en état de digestion les *vaisseaux blancs* ou vaisseaux chylifères. — Eurêka! — Jean Pecquet, en 1648, découvre le réservoir du canal thoracique. — Découvertes complémentaires des précédentes, faites au XVIIe siècle. — Magendie démontre, dans notre siècle, les propriétés absorbantes des veines. — Rôle respectif des veines et des vaisseaux lymphatiques dans l'absorption. — Les théories de l'absorption. — La capillarité. — L'imbibition. — Théorie de Dutrochet, l'*endosmose* et l'*exosmose*. — L'endosmomètre de Dutrochet. — Théorie moderne : les corps *colloïdes* et les corps *non colloïdes*. — Insuffisance des théories modernes concernant l'absorption. — L'absorption est un phénomène vital, un des caractères de la vie. — Propriétés physiques et chimiques de la lymphe et du chyle. — Le chyle et la lymphe vus au microscope. — Les globules de la lymphe et du chyle. — Composition chimique de la lymphe et du chyle.

Tu viens de voir, ami lecteur, comment s'opère la digestion des aliments solides et des boissons dans l'estomac et dans l'intestin. Tu sais quelles transformations subissent les liquides et les solides alimentaires, quand ils traversent toute l'étendue du canal digestif. Mais, de même qu'ingestion des aliments n'est pas digestion, digestion n'est pas nutrition. Il ne suffit pas de manger, il faut digérer; il ne suffit pas de digérer, il faut assimiler. Ce n'est pas assez que les matières alimentaires soient transformées en *peptone* et en produits albuminoïdes solubles, et que les boissons soient introduites dans les organes digestifs;

il faut encore, pour que le chyle, les matières albuminoïdes devenues solubles, ainsi que les boissons, puissent servir à réparer les pertes de nos tissus, qu'elles soient pompées à l'intérieur de l'estomac ou de l'intestin, et transportées dans le sang, ce liquide vital qui circule dans toutes les parties de notre corps, et fournit à nos organes les matières nécessaires à leur nutrition.

Les physiologistes appellent *absorption* la fonction au moyen de laquelle les différentes substances, tant solides que liquides, peuvent être transportées d'un point à un autre de l'économie vivante, et de là dans le torrent de la circulation sanguine.

La peau, privée de son épiderme, les membranes muqueuses ou séreuses, ainsi que le tissu cellulaire, sont le siège de l'*absorption*.

Mais il faut ajouter que l'absorption s'exerce également en dehors de l'état physiologique, sur tous les solides et les liquides qui peuvent être épanchés accidentellement dans les cavités naturelles, lorsque ces corps, venus de l'extérieur, sont mis en contact avec les membranes muqueuses ou séreuses ou avec la peau dénudée.

On distingue donc, dans l'absorption considérée d'une manière générale :

1° *L'absorption des substances nutritives;*

2° *L'absorption des corps non nutritifs, solides et liquides;*

3° *L'absorption des corps étrangers accidentellement introduits dans l'économie.*

Nous n'avons à nous occuper ici que de l'*absorption des substances nutritives*.

L'absorption, en général, est produite par un système de vaisseaux particuliers répandus dans toutes les parties du corps humain, dans ses profondeurs comme à sa surface, et qui sont chargés de verser dans le sang les substances qui servent à réparer et à entretenir la machine animale. Les mêmes vaisseaux ont encore pour mission de transporter au dehors les résidus solides, liquides ou gazeux qui résultent de la continuelle destruction de nos organes.

On appelle *vaisseaux lymphatiques* les petits conduits qui sont chargés d'opérer l'absorption dans la profondeur de nos tissus. Le liquide qui circule dans ces vaisseaux s'appelle la *lymphe*.

Les vaisseaux lymphatiques qui se distribuent à la surface de

l'intestin, et qui sont chargés, pendant la digestion, d'absorber le chyle résultant de l'élaboration stomacale et intestinale, ont un nom spécial : on les appelle *vaisseaux chylifères*. Ces derniers vaisseaux ne sont autre chose, disons-le bien, que les vaisseaux lympathiques ordinaires, lesquels, selon le moment, c'est-à-dire suivant la durée des intervalles des repas, charrient alternativement de la lymphe ou du chyle.

Les vaisseaux lymphatiques et les vaisseaux chylifères ne sont pas les seuls qui servent à l'absorption des substances nutritives : les veines remplissent le même rôle. C'est par les veines de l'estomac et par les veines de l'intestin grêle que sont absorbées, comme nous l'avons dit en parlant de la digestion, la plus grande partie des boissons, ainsi que le sucre et le produit de la digestion des viandes opérée par le suc gastrique, c'est-à-dire les matières albuminoïdes devenues solubles par l'action du suc gastrique, en passant à l'état de *peptone*.

Ce n'est qu'au commencement de notre siècle qu'il a été bien prouvé que les veines concourent à l'absorption, en même temps que les vaisseaux absorbants proprement dits. Mais la fonction de l'absorption a été connue dès la plus haute antiquité, et chaque époque a apporté son tribut de découvertes à l'étude de son mécanisme. Nous résumerons ici l'histoire de ces découvertes.

Hippocrate avait noté le fait physiologique de l'absorption, et dit que les veines de l'estomac s'emparent des parties fluides de nos aliments et de nos boissons.

Galien rapporte qu'Érasistrate trouva sur un jeune cheval, tué après avoir teté sa mère, les vaisseaux qui partaient de l'intestin pleins d'un liquide qui ressemblait à du lait.

Un autre observateur, Érophile, signala également des *veines* particulières partant de l'intestin, et qui renfermaient un liquide blanc.

Au moyen âge, les médecins arabes connaissaient la propriété absorbante de la peau, car ils appliquaient à sa surface certains médicaments qu'ils voulaient faire pénétrer dans l'économie.

Les notions transmises au moyen âge par l'antiquité, concernant le phénomène vital de l'absorption, étaient cependant vagues et incomplètes. Une découverte capitale, faite au seizième siècle par l'anatomiste romain Eustachi (Eustache), vint mettre hors

de doute l'existence du système des vaisseaux lymphatiques.

En 1563, Eustachi découvrit le canal qui sert de réceptacle commun à tous les liquides charriés par les vaisseaux lymphatiques, c'est-à-dire le conduit membraneux qui, recevant les produits de l'absorption des vaisseaux lymphatiques de toute la partie inférieure du corps, les déverse dans la veine sous-clavière gauche. C'est le conduit que nous appelons aujourd'hui le *canal thoracique*, et qu'Eustachi appelait la *veine blanche du thorax*. Toutefois les vaisseaux qui apportaient au canal thoracique le liquide qui le remplit, furent entièrement méconnus par Eustachi.

Un autre anatomiste italien, Gaspar Aselli, né à Crémone en 1581, chirurgien des armées italiennes, et qui enseignait avec éclat l'anatomie à Pavie, eut le bonheur de découvrir les vaisseaux conducteurs du chyle. Ayant ouvert un chien pendant sa digestion, Aselli aperçut les vaisseaux chylifères, qui étaient en ce moment reconnaissables à la blancheur que leur communiquait leur contenu. Ayant piqué un de ces vaisseaux, Aselli en vit sortir un fluide blanc, qui n'était autre que le chyle.

D'après la relation que nous a laissée Aselli, ce fut le hasard seul qui présida à cette grande découverte, la première, à rigoureusement parler, des découvertes de la physiologie moderne, car Harvey n'avait pas encore fait paraître le livre dans lequel il expose ses immortels travaux sur la circulation du sang.

Le 23 juillet 1622, Aselli, en présence de quelques élèves, pratiquait sur un chien vivant la section des *nerfs récurrents*, pour s'assurer que ces nerfs président à la formation de la voix. On voulut de là passer à l'examen des mouvements du diaphragme, et Aselli ouvrit le ventre de l'animal. Aussitôt les intestins apparurent, recouverts d'un magnifique réseau de vaisseaux blancs! Chacun s'étonne et se demande ce que peuvent être ces vaisseaux. Ne seraient-ce pas ceux du chyle, et n'aurait-on pas découvert les vaisseaux qui portent au canal thoracique, découvert par Eustachi, le liquide blanc qui remplit ce conduit? Aselli pique un de ces vaisseaux, et il en sort une liqueur blanche! C'était du chyle sans doute! Aselli n'en doute pas, car dans un transport de joie il s'écrie, comme Archimède : *Eurèka!* « J'ai trouvé [1]. »

1. « Rei novitate perculsus, hæsi aliquandiù tacitus, cum menti variæ occurrerent

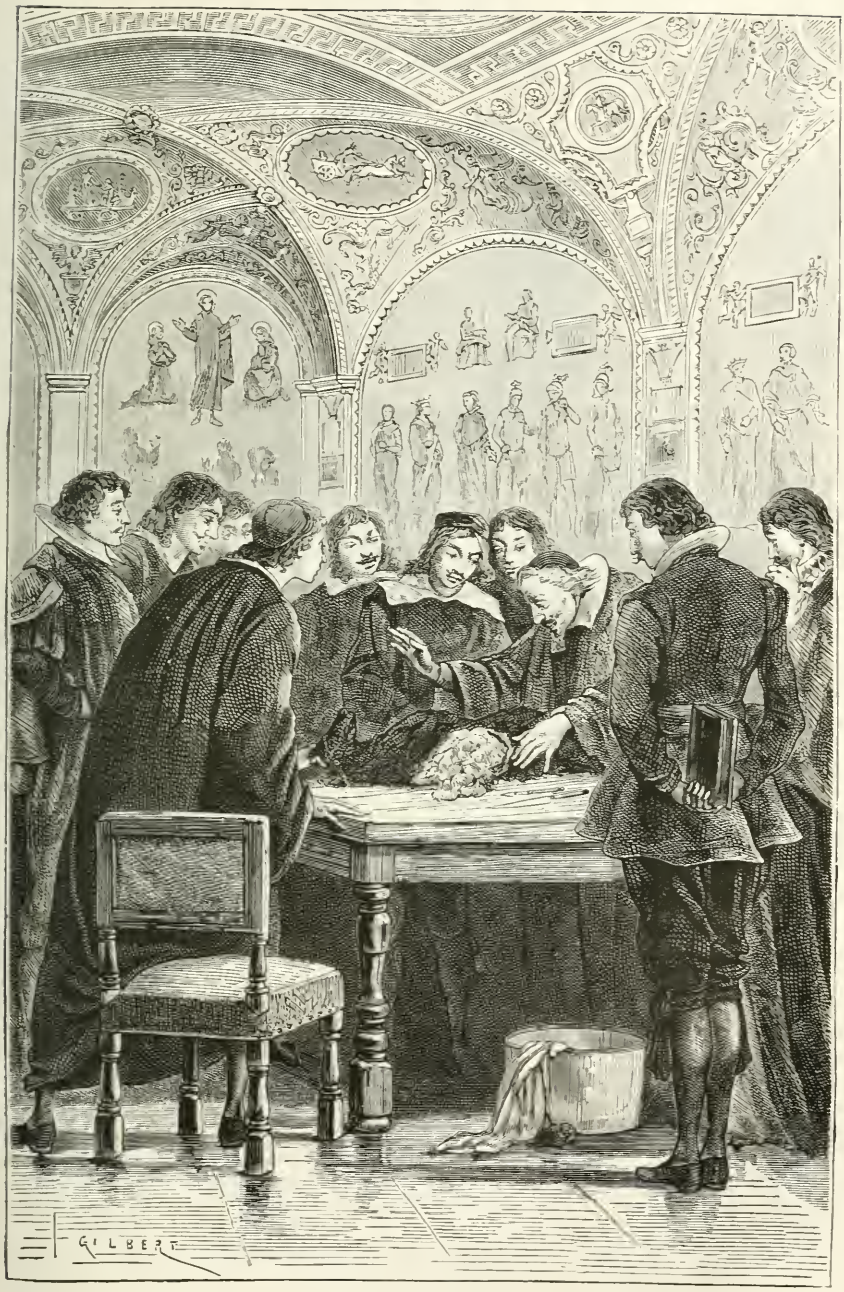


Fig. 33. Euréka !

Découverte des vaisseaux chylifères par Aselli, le 23 juillet 1622.

Cependant le chien meurt et l'on voit les vaisseaux blancs se vider. Aselli ouvre un autre chien vivant: il n'y a pas trace

Fig. 34. Aselli.

de vaisseaux blancs sur les intestins! Alors, et par un trait de

quæ inter anatomicos versantur, de venis mesaraicis, et eorum officio controversiæ.... Ut me collegi, experiendi causa, adacto acutissimo scalpello, unum ex illis et majorem funiculum pertundo. Vix bene ferieram, et confestim liquorem album, lactis aut cremoris instar, prosilire video. Quo viso, cum tenere lætitiam non possem, conversus ad eos qui aderant : Εὕρηκα ! inquam, cum Archimede.... »

Frappé de la nouveauté de ce phénomène, je restai quelque temps silencieux et embarrassé, me rappelant toutes les controverses auxquelles donnent lieu, parmi les anatomistes les fonctions des veines du mésentère.... Dès que je me fus recueilli pour procéder à l'expérience, j'approchai la pointe d'un scalpel très-aigu de l'un des plus grands de ces vaisseaux. Je l'avais à peine incisé, que j'en vis jaillir aussitôt une liqueur sem-

génie, notre physiologiste se rappelle que le chien qu'il avait ouvert le premier avait copieusement mangé avant l'expérience, tandis que le second était à jeun. Dès lors il donne à manger à un troisième chien, et, six heures après le repas, il l'ouvre vivant. Cette fois, les vaisseaux blancs apparaissent, comme dans la première expérience, et Aselli peut s'écrier, avec plus d'assurance encore : Εὕρηκα!

Aselli ouvrit successivement des bœufs, des chevaux, des chèvres, etc., pendant la digestion, et toujours il reconnut, dans cette période, l'existence du chyle dans les vaisseaux qui parcouraient les intestins de ces animaux.

Dans les cours qu'il faisait à Pavie, Aselli choisissait, pour mettre bien en évidence les vaisseaux chylifères, les jeunes agneaux qui venaient de teter leur mère.

Cependant Aselli ignorait quelle route suivaient les vaisseaux *chylifères*, ou *lactés*, comme il les appelait, pour se rendre au canal thoracique, découvert par Eustachi. Avec tous ses contemporains et sur la foi de Galien, il croyait que les *vaisseaux lactés* se jetaient dans le foie. « L'usage des *veines lactées*, disait Aselli, est, sans aucun doute, de conduire le chyle au foie[1]. »

Mais cette erreur ne devait pas subsister longtemps.

En 1648, un étudiant en médecine de l'École de Montpellier, Jean Pecquet, voulant approfondir les mystères de la nature, non dans des organes morts, mais sur l'animal en plein état de vie, entreprend une série de *vivisections*, comme on les appelle de nos jours. Il ouvre la poitrine d'un chien et en détache le cœur. Au milieu du sang qui s'écoule, il aperçoit un liquide blanc, qui lui paraît être du chyle. Mais d'où vient ce chyle? D'autres recherches lui prouvent que ce liquide laiteux vient du canal thoracique, qui l'a déversé dans le cœur, par l'intermédiaire des veines sous-clavières. Une étude anatomique attentive lui fait découvrir que le canal thoracique renferme un renflement, une sorte de *réservoir*, et que tous les vaisseaux chylifères aboutissent à ce réservoir, qui est ainsi le réceptacle commun du chyle, de sorte que les vaisseaux chylifères, en venant de l'in-

blable au lait ou à la crème. A cette vue, ne pouvant retenir ma joie, je me tourne vers les personnes présentes et je m'écrie, comme Archimède: *Eurêka!*) (*De lactibus venis*. Mediolani, 1627, in 4°, page 10.)

1. « Actio propria venarum nostrarum, absque omni dubitatione, chyli distributio est ad jecur. » (*De lactibus venis*. Mediolani 1627, in-4°.)

testin, ne traversent jamais le foie, comme le croyaient, d'après Galien, Aselli et tous ses contemporains.

Les découvertes anatomiques de Jean Pecquet mettaient par-

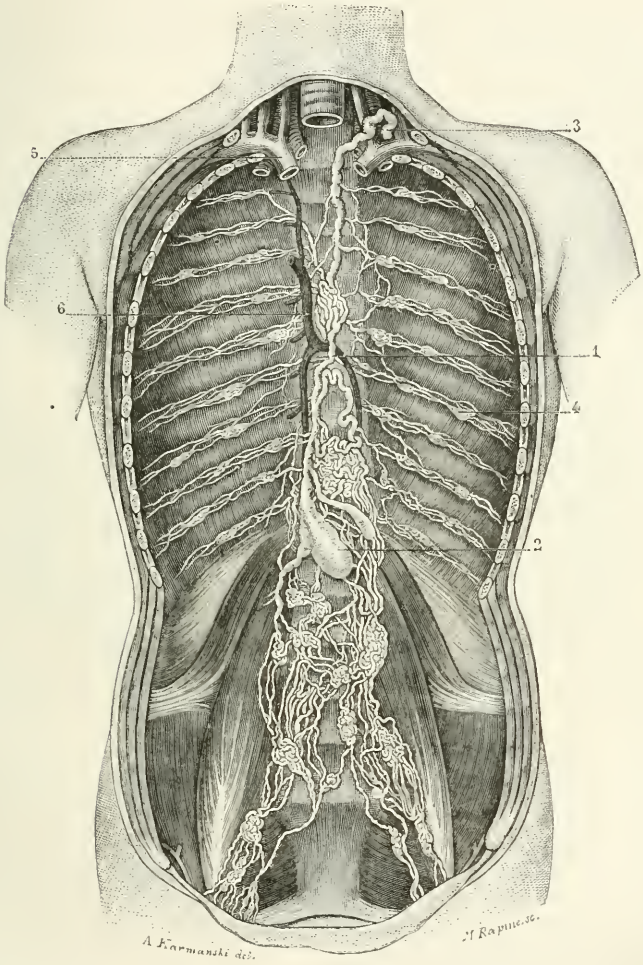


Fig. 35. Le canal thoracique (vaisseaux chylifères abdominaux et dorsaux et réservoir de Pecquet).

1. Canal thoracique. — 2. Citerne ou réservoir de Pecquet. — 3. Partie terminale du canal thoracique, aboutissant à la veine sous-clavière gauche. — 4. Ganglions intercostaux. — 5. Veine sous-clavière droite. — 6. Veine azygos.

faitement en évidence le cours réel du chyle. On apprit ainsi qu'en venant des intestins, les vaisseaux *lymphatiques*, *lactés*, ou *chylifères*, comme on voudra les appeler, se réunissent entre

eux, pour former des troncs de plus en plus volumineux, — que, sans traverser le foie, ils se rendent tous à un réservoir placé derrière l'estomac — et qu'après ce réservoir vient le canal commun des vaisseaux chylifères, c'est-à-dire le canal thoracique, découvert par Eustachi, lequel déverse dans la veine sous-clavière gauche, et de là dans le cœur, le chyle provenant de la digestion.

La juste reconnaissance de ses contemporains baptisa le réservoir du canal thoracique du nom de *réservoir*, ou de *citerne de Pecquet*.

Pendant les dix-septième et dix-huitième siècles, l'absorption fut étudiée avec beaucoup d'ardeur. Rudbeck, Bartholin, Jolly, Hewson, Jean Hunter et Cruikshank, trouvèrent les vaisseaux lymphatiques dans toutes les parties du corps de l'homme et des animaux.

Nous représentons dans la figure 35, sous le nom de canal thoracique, les branches primitives qui forment ce canal, le *réservoir*, ou *citerne de Pecquet*, et le déversement du canal thoracique proprement dit dans la veine sous-clavière gauche.

En 1649, les découvertes d'Eustachi et d'Aselli furent coordonnées et expliquées par un autre anatomiste, Veslingius, professeur à Padoue, qui démontra que les vaisseaux lymphatiques et chylifères appartiennent au même système.

Veslingius suivit les vaisseaux blancs découverts par Aselli, en 1622, jusque dans le canal thoracique, découvert par Eustachi, en 1563.

Jusqu'à notre siècle, on accorda exclusivement aux vaisseaux lymphatiques et chylifères la propriété d'absorber les liquides et les solides, tant nutritifs qu'inertes. Ce fut Magendie qui, revenant en cela à l'opinion des anciens, démontra, par de nombreuses expériences, que les veines jouent un rôle important dans l'absorption, particulièrement dans l'absorption qui se fait dans l'estomac et dans l'intestin.

Pendant la digestion stomacale, les veines de l'estomac n'absorbent qu'une partie des matières albuminoïdes solubles, des matières sucrées et des boissons. La plus grande quantité de ces matières passe dans l'intestin grêle ; et là, les veines et les vaisseaux chylifères en achèvent l'absorption, en même temps qu'ils se chargent de matières grasses émulsionnées par le suc

pancréatique et le suc intestinal. C'est ce que nous allons voir en revenant sur une des périodes de la digestion, pour nous occuper de l'*absorption du chyle*.

Les *vaisseaux chylifères* sont chargés d'enlever à la masse chymeuse qui parcourt l'intestin :

1° Les matières grasses émulsionnées par le suc intestinal ;

2° La portion des matières peptoniques résultant de l'action du suc gastrique de l'estomac sur les viandes, qui n'a pas été absorbée par les veines de l'estomac et des intestins. L'absorption de ces matières commence dans le duodénum et continue tout le long de l'intestin grêle ;

3° La portion de sucre, ou glycose, provenant de la transfor-

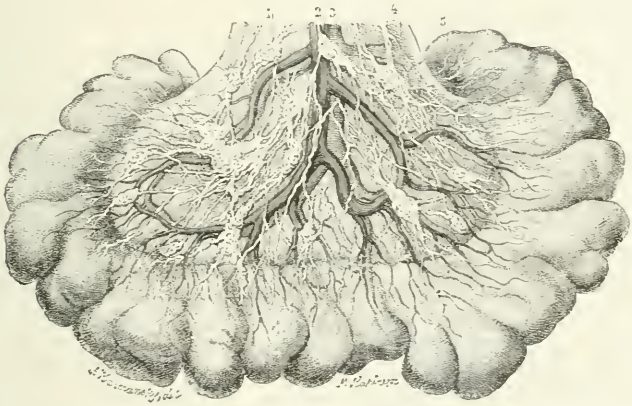


Fig. 36. Ensemble des vaisseaux chylifères sur le péritoine et l'intestin.

1. Ganglions lymphatiques et vaisseaux chylifères. — 2. Veine mésentérique. — 3. Artère mésentérique. — 4. Une portion du mésentère. — 5. Intestin grêle.

mation des matières féculentes, qui n'a pas été absorbée par les veines de l'estomac.

Comme l'a prouvé Magendie, les veines de l'intestin absorbent, comme celles de l'estomac, les produits solubles de la digestion. Elles s'emparent des mêmes substances que nous venons de signaler comme absorbées par les vaisseaux chylifères, c'est-à-dire les produits peptoniques provenant des substances albuminoïdes, le sucre provenant de la transformation des matières féculentes, l'eau et les sels ; mais elles n'absorbent pas les matières grasses. L'absorption des graisses et des huiles émulsionnées par le suc intestinal est réservée aux seuls vaisseaux chylifères.

Il faut, pour bien comprendre le rôle respectif des vaisseaux chylifères et des veines dans l'absorption des matières nutritives provenant de la digestion et contenues dans l'intestin, se rappeler ce que nous avons dit en parlant de la digestion, à savoir, que les aliments sont transformés diversement selon leur nature par l'action du suc gastrique. Les viandes passent à l'état de matières peptoniques solubles par l'action du suc gastrique, et sont, par conséquent, absorbées en cet état. L'albumine liquide n'est point modifiée et se trouve absorbée en nature. Les matières féculentes passent à l'état de sucre et sont absorbées sous forme de sucre (glycose). Enfin, les matières grasses, amenées à l'état d'émulsion par le tube intestinal, sont absorbées à cet état d'émulsion par les vaisseaux chylifères, auxquels est dévolue cette attribution spéciale.

Nous représentons dans la figure 36 l'ensemble des vaisseaux chylifères sur l'intestin et sur le *péritoine*, c'est-à-dire la membrane séreuse qui relie les unes aux autres les différentes parties de l'intestin.

Toutes ces notions sur l'absorption des substances nutritives provenant de la digestion sont nettes et simples. Il en serait autrement si nous voulions expliquer le mécanisme physico-vital à l'aide duquel les vaisseaux absorbants s'emparent des matériaux à leur portée, c'est-à-dire si nous voulions donner la théorie physiologique du mécanisme de l'absorption par les veines, les vaisseaux lymphatiques et chylifères. La sagacité des physiologistes s'est exercée pendant une suite de siècles pour résoudre ce problème, et pourtant, on peut le dire, sa solution n'est pas encore trouvée.

Avant de s'emparer des matériaux qui doivent être transportés dans le sang, les radicules des vaisseaux lymphatiques font sans doute subir à ces matériaux un travail particulier, qui amène les matières, solides ou liquides, à un état de division ou de fluidité qui doit favoriser leur absorption. Mais ces vaisseaux sont-ils pourvus, à leur extrémité qui s'ouvre dans l'intestin, d'espèces de *bouches absorbantes?* Ces bouches absorbantes, si elles existent, sont-elles douées d'une sorte de tact ou de sensibilité, qui leur permette de faire une sorte de choix parmi les matières à leur portée? C'est là une question sur laquelle on ne s'est jamais entendu. La théorie des bouches ab-

sorbantes ne compte plus aujourd'hui un seul partisan. Mais comment l'extrémité des vaisseaux absorbants, qu'elle soit ou non pourvue de bouches d'aspiration, opère-t-elle pour boire les liquides ou aspirer les solides divisés? Il y a eu, depuis deux siècles, bien des théories émises à ce propos.

On a expliqué l'absorption par la *force de capillarité* des physiciens. Mais la capillarité s'exerce sur toutes les matières indifféremment, et les vaisseaux absorbants sont pourvus d'une véritable faculté d'élection parmi les matériaux qui sont à leur portée.

Une autre théorie qui a eu quelque faveur, c'est celle de l'*imbibition*. Cette théorie, simple variante de la capillarité, est sujette aux mêmes objections.

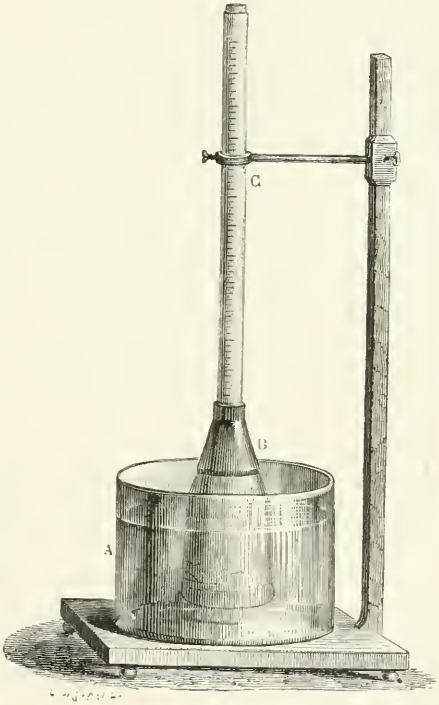


Fig. 37. Endosmomètre.

Une théorie qui a eu une longue fortune est celle de l'*endosmose* et de l'*exosmose* de Dutrochet. Appuyée par un nombre très-considérable d'expériences, mais qui reproduisent indéfiniment la même idée, cette théorie, à la faveur de deux mots grecs élégants et sonores, a retenti pendant un demi-siècle dans les Académies et dans les cours publics des Facultés. Elle est pourtant aujourd'hui en sensible défaveur. On a remplacé les noms harmonieux d'*endosmose* et d'*exosmose* par les noms barbares de *corps colloïdes* et *non colloïdes*, qui ne représentent d'ailleurs rien autre chose que les ci-devant *endosmose* et *exosmose* de Dutrochet.

Quoi qu'il en soit de ces variations que le temps apporte dans les mots, sinon dans les idées, voici sur quel principe était basée la théorie de l'endosmose et de l'exosmose de Dutro-

chet, autant du moins que l'on peut se flatter de reproduire exactement les idées d'un expérimentateur, dont les opinions ont si étrangement varié dans le cours de sa carrière, qu'il inscrivait en tête de l'un de ses mémoires : « Ce mémoire annule tous les précédents ! »

Quand deux liquides de nature différente, mais qui peuvent se mélanger l'un à l'autre, sont séparés par une cloison membraneuse, l'expérience prouve qu'il s'établit deux courants à travers les pertuis capillaires de cette cloison. Ces courants sont dirigés en sens inverse et leur intensité est différente. Celui des deux liquides qui reçoit de son antagoniste plus qu'il ne lui donne, accroît donc graduellement son volume dans le vase qui le reçoit.

La figure 37 représente l'appareil (*endosmomètre*) dans lequel on place le liquide que l'on veut expérimenter, par exemple de l'eau sucrée ou de l'eau gommée.

On remplit d'eau pure le vase A et l'on place dans le vase B l'eau sucrée ou l'eau gommée dont on veut apprécier le pouvoir *endosmométrique*. La partie inférieure de ce dernier vase, B, est fermée par une membrane (un fragment de vessie). C'est à travers cette membrane que s'opère le phénomène de l'endosmose. L'eau pure du vase A traverse la membrane, passe dans le vase B qui contient l'eau gommée et s'élève à l'intérieur du tube vertical C, qui plonge dans l'eau sucrée ou gommée du vase B, et qui est ouvert à son extrémité supérieure. Le sucre ou la gomme ont passé du récipient B dans le vase A, mais en petite quantité, pendant que l'eau pure contenue dans le vase A traversait la membrane en quantité beaucoup plus grande et s'élevait dans le tube C. Ce dernier tube est pourvu d'une échelle graduée, afin de mesurer la hauteur à laquelle parvient le liquide qui a traversé la membrane animale. De là le nom d'*endosmomètre* donné à cet appareil.

On appelle *endosmose* le courant qui est dirigé de dehors en dedans (de A en B), et *exosmose* celui qui va de dedans en dehors (de B en A).

Selon Dutrochet, d'une part, la différence de densité du liquide, et d'autre part l'électricité, sont les deux causes de ce double mouvement.

D'après cette théorie, l'*absorption* serait un effet de l'endosmose et l'*exhalation* serait le résultat de l'exosmose.

Dutrochet a varié de mille manières l'expérience qui tend à

prouver que l'absorption est due à la différence de rapidité de pénétration d'une membrane par le liquide qui se trouve à son contact, différence de rapidité que ce physiologiste, après avoir beaucoup varié, attribuait, comme nous venons de le dire, à l'électricité.

De nos jours, on a fait revivre les expériences de Dutrochet en divisant les corps en *colloïdes* et *non colloïdes*, suivant que le liquide a traversé ou n'a pas traversé une membrane ; mais cette théorie, habillée à neuf, ne paraît pas d'une étoffe plus durable que sa devancière.

C'est que l'absorption, considérée dans son essence profonde, est une véritable action vitale, c'est-à-dire un des secrets de la nature. On a beau varier, multiplier les études et les expériences, pour pénétrer la cause intime de ce phénomène fondamental de l'économie vivante, on est toujours forcé de reconnaître que la propriété affectée aux vaisseaux lymphatiques, d'opérer un véritable choix, d'absorber certaines matières de préférence à d'autres, est absolument inexplicable par les théories physiques.

Disons donc que le mécanisme de l'absorption des substances, tant nutritives qu'inertes, est un phénomène vital, un caractère de la vie, et bornons-nous à en exposer les effets.

Le chyle, la lymphe, les produits solubles de la digestion (*peptone*), ainsi que les liquides qui forment nos boissons, après avoir été absorbés, tant par les vaisseaux lymphatiques que par les veines, arrivent, par les mille et une voies tortueuses du système lymphatique dans le canal thoracique, qui les verse dans la veine *sous-clavière gauche*, et là ils se mêlent au sang veineux.

La marche de la lymphe et du chyle dans les vaisseaux qui les contiennent, est favorisée par les valvules dont ces vaisseaux sont pourvus de distance en distance, et que met en évidence la figure 38. Ces valvules empêchent la rétrogradation du liquide qui parcourt le vaisseau. Les battements artériels et les mouvements musculaires dans la région qui avoisine ces vaisseaux, facilitent encore la progression de la lymphe et du chyle dans leurs conduits, et expliquent la marche régulière et continue de ce liquide de haut en bas, c'est-à-dire en opposition avec les lois de la pesanteur.

Une particularité du système des vaisseaux lymphatiques qu'il

importe de signaler, c'est l'existence, sur le trajet de ces vaisseaux, d'une série de renflements dans lesquels les conduits de la lymphe et du chyle semblent se ramifier, en diminuant considérablement de calibre, sans doute pour ralentir le cours du liquide et favoriser son élaboration à l'intérieur de ces canaux.

On appelle *ganglions* ces renflements, dont la figure 39 donne un dessin exact, avec un certain grossissement.

Fig. 38. Valvules des vaisseaux lymphatiques.

Fig. 39. Un ganglion des vaisseaux lymphatiques, grossi.

Nous avons beaucoup parlé, dans les pages qui précèdent, de la lymphe et du chyle. Il est indispensable, avant de terminer ce chapitre, de faire connaître les propriétés physiques et chimiques de ces deux liquides.

La *lymphe* est un liquide d'aspect opalin, sans couleur, d'une odeur particulière, odeur qui provient des produits de l'absorption interne. Sa composition chimique varie suivant le lieu où on la recueille ; car elle subit, en traversant les ganglions, des modifications successives, qui ont pour effet de changer sa constitution, ou de l'enrichir de substances nouvelles, au fur et à mesure de son trajet. Elle tient des globules en suspension, mais en nombre beaucoup plus petit que le chyle et le sang.

La lymphe se sépare, quand on l'abandonne à elle-même, en deux parties : l'une liquide, le *caillot;* l'autre solide, le *sérum.*

Le chimiste allemand Schmidt a fait l'analyse de la lymphe prise sur les vaisseaux du cou d'un jeune cheval, et il a trouvé, pour 1000 parties de lymphe, les nombres suivants :

Sérum	955,2
Caillot	44,8
Total	1000,0

Le sérum et le caillot étaient ainsi composés :

	1000 parties de serum.	1000 parties de caillot.
Eau	957,61	907,32
Fibrine		48,66
Albumine	32,02	
Graisses	1,23	34,36
Matières organiques diverses	1,78	
Sels minéraux	7,36	9,66
	1000,00	1000,00

Les 7,36 des sels minéraux que Schmidt a trouvés dans la totalité de la lymphe, sont ainsi composés : chlorure de sodium, 5,65 ; soude, 1,27 ; potasse, 0,16 ; acide sulfurique, 0,09 ; acide phosphorique, 0,02 ; phosphates terreux, 0,26.

Quévenne et M. Gubler ont fait l'analyse de la lymphe prise dans sa totalité, et ils ont obtenu les résultats suivants :

Eau	93,477
Fibrine et corpuscules	0,063
Albumine, albuminates et peptones	4,230
Corps gras	0,920
Matières extractives	0,440
Glycose	0,050
Chlorure sodique	0,640
Phosphates alcalins	0,180
	100,00

La lymphe n'a donc pas une composition constante. Comme elle résulte des matériaux divers, liquides et solides, épars dans l'économie, elle n'existe pas, à proprement parler, avant qu'on ne l'aperçoive dans les vaisseaux lymphatiques. Elle ne prend naissance que quand elle a franchi les radicules de ces vaisseaux. Elle s'avance alors, en traversant de nombreux ganglions, qui lui servent comme autant de points de repos, et qui sans doute lui font subir une élaboration particulière. Elle se rend ensuite, soit dans le canal thoracique, où elle se mêle avec le chyle, soit dans un grand vaisseau lymphatique parallèle à la colonne vertébrale, et situé au côté opposé du canal thoracique, et qui se déverse dans la veine sous-clavière droite.

Le *chyle* est, à proprement parler, du sang à l'état de préparation : c'est, pour ainsi dire, un sang blanc, comme celui des animaux inférieurs. En effet, le chyle, quand il est tiré des vaisseaux, se sépare, comme le sang, en deux parties, le *sérum* et le *caillot*.

Le chyle qui gonfle les vaisseaux d'un animal carnivore en état de digestion, est opaque, et blanc comme du lait. Il doit cet aspect laiteux à des globules graisseux en suspension, unis à un peu de matière albumineuse.

Le chyle des herbivores est séreux et demi-opaque. Le caillot qu'il abandonne, en se coagulant spontanément, étant lavé dans l'eau, laisse une substance qui se rapproche beaucoup de la fibrine du sang. Elle en diffère par une plus grande solubilité. C'est une sorte de fibrine de *nouvelle formation*, c'est-à-dire plus soluble que la fibrine du sang depuis longtemps organisée.

Séparée du coagulum, la partie liquide du chyle de l'homme renferme, comme le sérum du sang, de l'eau, des matières albuminoïdes et du sel marin. On peut donc, nous le répétons, considérer le chyle comme une sorte de sang blanc, très-propre, par sa nature, à servir à la nutrition des organes.

Vauquelin fit, en 1811, la première analyse chimique du chyle. Il opérait avec le liquide extrait du canal thoracique d'un cheval. Le chyle provenant de l'incision du canal thoracique vers son milieu était rosé ; mais cette coloration rosée tenait uniquement au mélange du chyle avec un peu de sang, pendant l'opération qu'il avait fallu faire pour recueillir le liquide à analyser. Quand le chyle est pur, il est incolore. C'est ce que M. G. Colin (d'Alfort) a reconnu, lorsque, avec tant d'habileté, il a réussi à établir sur le canal thoracique du cheval une fistule, qui lui permettait de recueillir du chyle pendant des journées entières.

Leuret et Lassaigne, qui analysèrent le chyle après Vauquelin, y trouvèrent de l'albumine, de la soude, du chlorure de sodium, du phosphate de chaux, une matière colorante, et de la fibrine, qui constituait le caillot.

Le chyle a été analysé, depuis Leuret et Lassaigne, par beaucoup de chimistes, entre autres par Schmidt, Simon, Rees, et plus récemment, par M. Wurtz. Rees a analysé le chyle humain ; Simon et M. Wurtz ont analysé le chyle du cheval ; Schmidt celui du cheval et du chien.

Le chyle analysé par M. Wurtz est celui que M. G. Colin (d'Alfort) avait recueilli en établissant une fistule au canal thoracique d'un cheval. Nous ne rapporterons pas le résultat des analyses du chyle du cheval faites par M. Wurtz, parce que la composition du chyle varie nécessairement selon la nature de

l'alimentation[1]. Disons seulement que M. Wurtz a trouvé du sucre dans le chyle de cheval recueilli par M. G. Colin (d'Alfort), quelques heures après la digestion.

Le chyle analysé par Rees provenait du canal thoracique d'un homme mort par suspension, quelques heures après le repas. Voici quelle était la composition de ce chyle :

Eau	904
Fibrine	traces
Albumine	70
Matières grasses	9
Matières extractives et sels	15
	1000

Les matières albuminoïdes et la graisse sont donc les principes essentiels du chyle.

Quand l'animal est à jeun, ses vaisseaux chylifères ne renfer-

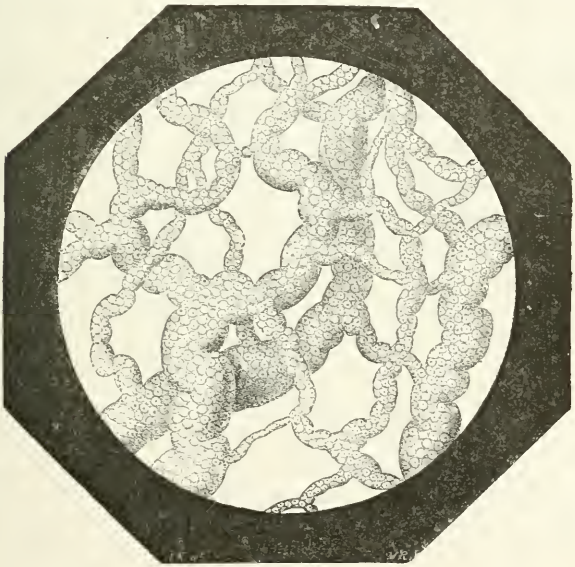


Fig. 40. Réseau des vaisseaux lymphatiques vus au microscope, laissant voir les globules de la lymphe et du chyle grossis 300 fois.

ment qu'une lymphe claire, semblable à celle des autres parties de l'économie; mais, au moment de la digestion, ces mêmes

1. On trouvera ces analyses rapportées dans l'ouvrage de M. G. Colin (d'Alfort) : *Traité de physiologie comparée de l'homme et des animaux* (2e édition). Paris, chez J.-B. Baillière, tome II, page 167, in-8o.

vaisseaux se remplissent des produits de la digestion intestinale, c'est-à-dire de matières grasses et de substances albuminoïdes et peptoniques. C'est ce mélange de la lymphe et des produits de la digestion qui constitue le chyle. On s'explique ainsi parfaitement la constitution chimique de ce produit de la digestion stomacale et intestinale.

Les matières albuminoïdes tenues en suspension dans le chyle constituent ce que l'on appelle les *globules blancs*, ou *globulins* du chyle ; les matières grasses émulsionnées constituent ce que l'on nomme les *granulations graisseuses* du chyle.

La figure 40 représente les globules de la lymphe et du chyle, qui sont visibles à l'intérieur des vaisseaux lymphatiques, quand on examine au microscope le réseau lymphatique chez l'homme.

Avant de traverser les ganglions lymphatiques du mésentère, le chyle ne contient que très-peu de globules blancs. Quand il avance dans sa marche, les globules blancs augmentent, tandis que les *granulations graisseuses* diminuent.

On comprend que la composition du chyle soit variable, car elle doit être influencée par l'état de jeûne ou de digestion. Dans l'état de jeûne, le chyle est un peu plus pauvre en eau, plus riche en matières fixes, et spécialement en fibrine, en globules et en matières albuminoïdes, qu'il ne l'est pendant la digestion. L'alimentation avec les graisses et les viandes augmente la quantité des corps gras contenus dans le chyle.

III

COMMENT CIRCULE LE SANG

ÉTUDE DU SANG CHEZ L'HOMME, AU POINT DE VUE PHYSIQUE, CHIMIQUE ET PHYSIOLOGIQUE. — Ce que c'est que le sang. — Constitution physique du sang chez l'homme. — Le caillot et le sérum. — Mécanisme physique de la coagulation du sang : le fibrine, en se séparant du sang tiré hors des vaisseaux, enserre les globules, comme dans les mailles d'un filet, et forme le caillot ; le sérum surnage, tenant en dissolution les matières solubles. — Composition chimique du caillot : fibrine et globules. — Étude physique, chimique et microscopique des globules du sang chez l'homme. — Les globules rouges et les globules blancs. — Dimension et aspect de ces globules au microscope. — La matière colorante du sang, sa composition et ses propriétés. — Les cristaux de la matière colorante du sang. — Quelles sont les fonctions physiologiques des globules du sang? Ils absorbent l'oxygène de l'air et vont le porter dans l'intimité des tissus. — Le globule blanc est identique au globulin du chyle. — Le sang de l'homme contient du fer. — On pourrait frapper des médailles à l'effigie des grands hommes avec le fer retiré de leur sang. — Le sang d'Orfila. — Composition chimique du sérum. — Le sang tient des gaz en dissolution. — Manière d'extraire les gaz du sang. — Action des différents réactifs sur le sang humain. — Réactifs liquides acides et alcalins. — Réactifs gazeux. — Action de l'eau pure sur le sang : l'eau détruit les globules rouges. — Action des sels neutres : ils conservent les globules rouges — L'analyse du sang : méthode de M. Dumas. — Le sang d'un gentilhomme est-il plus pur que celui d'un roturier? — Anecdote du baron prussien et de son cocher, racontée par Klaproth. — Quantité totale de sang existant dans l'organisme humain. — Recherches de Welcker, de Weber et Lehman, de Vierdort, de Krause. — La quantité de sang contenue dans le corps humain est le huitième du poids du corps.

A CIRCULATION DU SANG. — Description du cœur. — Le cœur droit et le cœur gauche. — Les oreillettes et les ventricules du cœur. — Les valvules de séparation. — Trajet du sang, de l'oreillette droite et de l'artère pulmonaire aux poumons. — Retour du sang par les veines pulmonaires à l'oreillette gauche, ou *petite circulation*. — Circulation du sang de l'oreillette gauche et de l'aorte dans tout le réseau artériel, et retour du sang, par les veines, dans l'oreillette droite, ou *grande circulation*. — Les mouvements du cœur, *diastole* et *systole*. — Quelle est la cause des battements du cœur? — Ordre dans lequel s'effectuent la dilatation et la contraction alternatives des quatre cavités du cœur. — Quelle est la force mécanique que développe le cœur en se contractant? — Singulières divergences des expérimentateurs quant à cette évalua-

tion. — Description de l'hémodynamomètre de Hales, reproduit par Poiseuille. — Circonstances particulières qui accompagnent les mouvements ou battements du cœur. — Le cœur se raccourcit pendant la *systole*. — La pointe du cœur vient frapper, à chaque contraction, les parois internes de la poitrine, en se portant en haut et en avant. — Les bruits du cœur. — Application à la médecine de la perception de ces bruits. — Ce que c'est qu'une artère. — Une artère se compose de trois tuniques : élastique, cellulaire et séreuse. — Causes de la progression du sang dans les artères. — Qu'est-ce que le *réseau capillaire?* — Causes de la circulation du sang dans les capillaires. — Qu'est-ce qu'une veine? — Lenteur de la marche du sang dans les veines. — Les valvules des veines aux membres inférieurs. — Causes de la progression du sang dans les veines. — Un beau spectacle naturel, ou la circulation générale du sang observée chez un animal vivant. — Ce que c'est que le pouls. — L'artère radiale choisie pour percevoir les pulsations du sang. — Ce que c'est que la saignée. — Pourquoi la saignée se pratique sur les veines et non sur les artères. — La saignée du bras. — La saignée du pied. — Le *sphygmomètre*.

HISTOIRE DE LA DÉCOUVERTE DE LA CIRCULATION DU SANG. — Erreur d'Hippocrate. — Galien décrit et étudie les artères, mais il croit que les artères ne contiennent que de l'air. — Erreur de Galien quant à la communication entre le ventricule droit et le ventricule gauche du cœur. — André Vésale démontre, au XVIe siècle, l'erreur anatomique de Galien concernant la prétendue perforation de la cloison interventriculaire du cœur. — Cette observation anatomique d'André Vésale est le signal des découvertes concernant la circulation du sang. — Michel Servet décrit le premier, dans un ouvrage de polémique religieuse, le cours du sang du cœur droit aux poumons, ou la *petite circulation*. — Vie et travaux de Michel Servet. — Michel Servet brûlé à Genève, en 1553. — Realdo Colombo décrit, après Michel Servet, le mécanisme de la circulation du cœur aux poumons. — Césalpin donne le même exposé. — Découverte des valvules des veines des membres inférieurs par Fabrice d'Aquapendente. — Guillaume Harvey aborde en Angleterre l'étude approfondie de la circulation du sang. — Expériences par lesquelles Guillaume Harvey réussit à montrer de la façon la plus éclatante le phénomène général de la circulation du sang chez l'homme et les animaux. — Accueil fait à la découverte de Harvey. — Opposition de Riolan et d'autres anatomistes. — Diatribes de Guy Patin à propos de la circulation du sang. — Molière a dépeint Guy Patin sous les traits de Diafoirus, dans le *Malade imaginaire*.

Tu viens de voir, ami lecteur, comment les principes assimilables provenant de la digestion des aliments ont quitté l'estomac et le tube intestinal pour venir se mêler au sang.

Il s'agit maintenant de suivre le cours du sang dans tous les replis de l'économie, c'est-à-dire d'expliquer comment le sang, ainsi enrichi de matériaux utiles, est transporté dans toutes les parties du corps, pour servir à leur entretien et à leur réparation. Il faut parler, en d'autres termes, de la *circulation du sang*.

Mais pour comprendre le phénomène de la circulation du sang il faut d'abord connaître le sang. Aussi commencerons-nous par exposer les propriétés physiques, chimiques et physiologiques de ce liquide naturel.

ÉTUDE CHIMIQUE, PHYSIQUE ET PHYSIOLOGIQUE DU SANG CHEZ L'HOMME.

De tous les liquides de l'économie, le sang est celui qui présente le plus d'intérêt pour le physiologiste. Cette proposition paraît très-naturelle lorsqu'on sait que dans le sang réside la source de toutes les sécrétions du corps humain.

Considéré d'une manière très-générale, le sang est un mélange de tous les liquides et une dissolution de tous les solides qui doivent constituer l'être vivant. On comprend dès lors son importance dans les actes de la vie. On conçoit surtout que l'étude de ses propriétés ne doive être abordée qu'avec la plus sérieuse attention. Il est certain, en effet, que la connaissance complète et absolue des propriétés de ce liquide, que le médecin Bordeu, au siècle dernier, caractérisait si heureusement en l'appelant de la *chair coulante*, nous dévoilerait tous les mystérieux phénomènes de la nutrition et de l'organisation animale.

En le considérant d'abord sous le point de vue purement chimique, demandons-nous ce que c'est que le sang.

Quelques mots suffiront pour caractériser la véritable nature de ce liquide complexe.

Le sang n'est autre chose qu'un liquide aqueux tenant en dissolution de l'albumine, en demi-dissolution de la fibrine, et en suspension certains corps, d'un volume microscopique, auxquels on donne le nom de *globules du sang*.

Cette constitution du liquide sanguin nous rend compte du phénomène remarquable qui doit arrêter tout d'abord l'attention quand on s'occupe d'études sur le sang. Nous voulons parler du phénomène de sa coagulation.

Quand on pratique une saignée sur l'homme, c'est-à-dire quand, après avoir arrêté, par une ligature, le cours du sang vers le cœur, on pique une veine avec une lancette, et que l'on reçoit dans un vase le jet de sang liquide, on observe, au bout d'une heure environ, que le sang s'est *coagulé*, c'est-à-dire s'est partagé en deux parties : à savoir, une sorte de gelée rougeâtre

et tremblotante, que l'on appelle *caillot*, et une portion liquide, de couleur jaunâtre, le *sérum* (fig. 41).

D'où provient la coagulation du sang? La coagulation du sang est la conséquence de la précipitation de la fibrine. Cette matière, dissoute naturellement dans le sang pendant l'état de vie, se sépare, devient insoluble dans le sang tiré hors des vaisseaux. En d'autres termes, la fibrine, soluble dans le sang vivant, est insoluble dans le sang mort. Cette fibrine, en se précipitant au sein du liquide qui tient en suspension les globules du sang, enveloppe ceux-ci comme dans les mailles d'un filet, et les entraîne avec elle, en formant ce que l'on nomme le *caillot*.

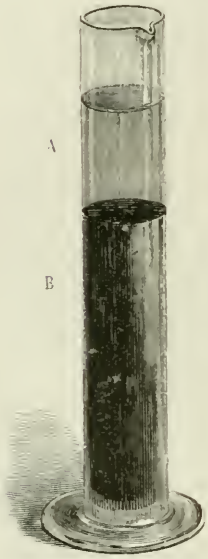


Fig. 41. Sang coagulé. (B. Caillot. — A. Sérum).

Tel est donc le mécanisme physique de la coagulation du sang. Le *caillot* est la réunion des globules du sang et de la fibrine; le *sérum* est le liquide aqueux qui surnage le caillot et qui renferme toutes les substances solubles.

Mais quelle est la cause précise qui détermine la précipitation de la fibrine? D'où vient que, soluble dans le sang vivant, la fibrine se précipite dès que le sang est tiré du corps de l'animal? Nous sommes encore bien peu en état d'expliquer ce phénomène. On démontre, par l'expérience, que ni la chaleur que le sang présente dans l'état de vie, ni l'agitation, résultant de sa circulation dans les vaisseaux, ni la présence de l'oxygène de l'air, ne peuvent expliquer la coagulation du sang tiré des veines. En effet, chauffé à la température du corps de l'homme, le sang ne se coagule que plus vite. Agité hors des vaisseaux, maintenu dans le vide, il n'en subit pas moins sa modification ordinaire. Nous sommes donc conduits à admettre qu'il y a dans ce phénomène quelque chose de vital; que c'est par une cause vitale, c'est-à-dire inconnue, que le sang dissout la fibrine, et qu'il la laisse précipiter quand la vie l'abandonne.

On a fait, à cette manière de considérer le phénomène qui nous occupe, quelques objections, qu'il n'est pas inutile de rapporter, pour les réfuter.

On a dit qu'il suffit d'une très-faible proportion de carbonate de soude ou d'ammoniaque pour empêcher la coagulation du sang. On a fait remarquer que, dans un assez grand nombre de maladies, le sang reste fluide après la mort, et qu'il en est de même pour les animaux frappés d'une décharge électrique, ou qui succombent à l'action de certains poisons.

On a dit encore que cet état de dissolution de la fibrine n'est pas sans analogue dans la nature morte. L'amidon, par exemple, affecte avec l'eau un état de dissolution qui rappelle celui de la fibrine, puisque, quand les dissolutions aqueuses d'amidon vieillissent, l'amidon s'en sépare, et qu'il suffit d'ailleurs de l'addition d'un sel soluble ou de l'exposition au froid pour déterminer sa précipitation. De même, le bleu de Prusse, naturellement tout à fait insoluble dans l'eau, peut s'y dissoudre en apparence et passer à travers les filtres quand on ajoute à l'eau un peu de prussiate de potasse. Mais, au bout d'un temps assez long, le sel insoluble finit par se précipiter.

Ces objections, tout en faisant comprendre la manière dont la séparation de la fibrine peut s'effectuer dans le sang tiré des vaisseaux, ne nous donnent pas la raison de ce phénomène. Il reste, en effet, à trouver quelle est la cause qui provoque cette séparation de la fibrine, à expliquer pourquoi cette précipitation, qui se fait après la mort, ne s'effectue pas durant la vie. Cette cause, nous le répétons, est, selon nous, vitale, c'est-à-dire inaccessible à nos explications.

Pour ce qui est de la non-coagulation du sang additionné de matières alcalines, le fait s'explique sans peine, puisque les sels alcalins dissolvent les globules sanguins, et que si l'on ajoute au sang du carbonate de soude, sa coagulation ne peut être que très-faible, ou même nulle, la matière qui produit le caillot étant désormais dissoute. La fibrine est la seule substance que le sang laisse précipiter; il est donc tout naturel qu'elle ne forme plus de caillot quand elle reste dissoute dans le sérum.

Après avoir établi ce que c'est que le sang, d'une manière générale, et fixé l'arrangement véritable et les rapports naturels des éléments divers qui le composent, entrons dans l'examen détaillé de sa composition chimique.

Pour introduire quelque clarté dans l'énumération des nom-

breuses matières qui font partie du sang, il n'y a rien de plus commode que d'utiliser cette analyse naturelle qui s'effectue spontanément dans le sang tiré des veines, c'est-à-dire que d'étudier à part le *caillot* et le *sérum*.

Caillot. — D'après l'analyse de Lecanu, 1000 parties de sang liquide fournissent 130 parties de caillot sec. Le caillot, comme nous l'avons dit, consiste uniquement dans le mélange de la fibrine et des globules. Pour 3 parties de fibrine, il y a 127 parties de globules.

Nous dirons peu de chose de la fibrine. Nous rappellerons seulement qu'elle existe dans le sang à l'état de dissolution, et qu'elle est indépendante des globules.

Ce fait, qui est demeuré longtemps en doute, a été parfaitement prouvé par une expérience du physiologiste allemand, J. Müller, expérience qui est restée célèbre. J. Müller réussit à séparer les globules de la fibrine par une simple filtration. Il prit du sang de grenouille et le jeta sur un filtre : les globules restèrent sur le filtre, et la fibrine se coagula dans le liquide filtré. L'état de dissolution de la fibrine dans le sang et son indépendance des globules, est mis en évidence, de la façon la plus claire, par cette expérience, aussi simple que démonstrative.

Les globules du sang sont les organes dans lesquels paraissent résider les propriétés vitales du sang. Privé de globules, le sang n'impressionne plus le système nerveux. Examinons, en conséquence, avec quelque soin, les propriétés particulières des globules du sang.

Les globules du sang sont de deux ordres : les *globules rouges* qui caractérisent tout spécialement le sang, et les *globules blancs*, qui ne sont autre chose que ceux que la lymphe et le chyle ont déversés dans le sang.

Les *globules rouges*, organes microscopiques que l'on retrouve dans le sang de tous les animaux sans exception, mais avec des formes différentes chez les divers animaux, affectent, chez l'homme, la forme de disques circulaires, ou mieux lenticulaires, de $\frac{1}{125}$ à $\frac{1}{150}$ de millimètre, et présentant une tache ou un point obscur en leur centre. Chez les oiseaux, les reptiles et les poissons, les globules du sang sont elliptiques, et au lieu de présenter un simple point obscur en leur milieu, ils offrent un vé-

ritable noyau solide, bien apparent, et qu'il est facile de séparer de son enveloppe.

Les globules du sang de l'homme ont une tendance manifeste à s'accoler entre eux : de telle façon qu'on les voit, au bout de quelques instants, se réunir par petites chaînes ou chapelets, dont on se fait sans peine l'idée en se représentant une pile de pièces de monnaie légèrement inclinée. Abandonnés à eux-mêmes, ces petits chapelets se détruisent ; puis les globules eux-mêmes s'altèrent manifestement. Ils se frangent sur leurs bords, deviennent

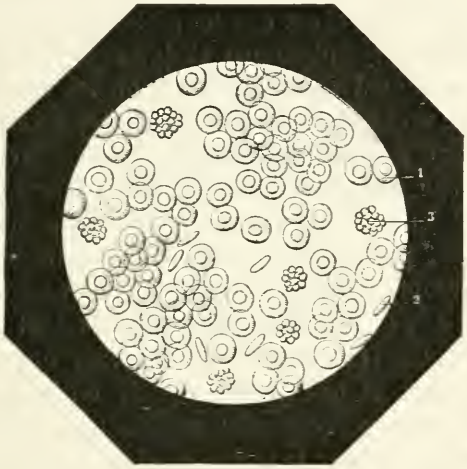


Fig. 42. Les globules rouges et les globules blancs du sang, grossis 600 fois. 1. Globule rouge vu de face. — 3. Globule rouge vu de profil. — 2. Globule blanc.

transparents, et finalement disparaissent, en se dissolvant dans le liquide, par suite de leur décomposition naturelle.

Les globules sanguins sont solubles dans l'ammoniaque et les alcalis, et dans l'acide acétique. L'eau les dissout en partie. Au contraire, le sucre et les dissolutions de sel marin et de sulfate de soude les conservent.

La composition intime des globules rouges du sang a donné lieu à beaucoup de discussions. Ce qui toutefois est aujourd'hui bien établi, c'est que les globules du sang contiennent et contiennent seuls la matière colorante du sang, ou *hématosine*.

Le docteur Donné voyait dans les globules rouges une vésicule, de nature albumineuse, enveloppant une substance demi-

liquide, l'*hématosine;* mais il est reconnu aujourd'hui que les globules rouges ne renferment point de noyaux.

Un exposé de l'état actuel de nos connaissances sur les globules blancs et rouges du sang ne sera pas déplacé ici.

Les *globules blancs* du sang ont 8 à 9 millièmes de millimètre de diamètre. Ils sont donc un peu plus gros que les rouges, mais ils sont beaucoup moins nombreux. Il n'y a qu'un globule blanc pour environ 300 globules rouges. Ces globules sont sphériques.

Les globules blancs sont complètement identiques aux globules de la lymphe, qui existent dans les vaisseaux lymphatiques. Ils ne sont, en effet, autre chose que les globules qui ont été entraînés des vaisseaux lymphatiques et du canal thoracique dans le sang. Ils contiennent des noyaux. Si on les examine au microscope, avec un grossissement de 200 à 300 diamètres, on leur trouve un aspect granuleux, un contour irrégulier et une couleur d'un blanc d'argent caractéristique. Pour examiner leur structure intérieure, il est nécessaire de les détruire mécaniquement. Il suffit, pour cela, de faire glisser entre les deux lames de verre qui emprisonnent le sang, sur le *porte-objet* du microscope, quelques gouttes d'eau, qui les gonflent et rendent leur contour lisse. On voit alors apparaître leur noyau, qui est de forme irrégulière, et quelquefois double ou triple. L'addition d'acide acétique à l'eau rend cette modification encore plus apparente, et peut fractionner le noyau en plusieurs parties, ou montrer deux ou trois noyaux réunis dans un globule.

Les globules blancs du sang proviennent manifestement de la lymphe ; mais que deviennent ces globules blancs, une fois déversés dans le sang? Il est bien probable qu'ils servent à former les globules rouges; mais aucune observation directe n'autorise cette affirmation. La filiation entre les globules blancs du sang et les globules rouges est donc encore à trouver.

Dans l'état de santé, les globules blancs varient beaucoup en nombre. Ce nombre diminue pendant l'abstinence, et chez les personnes âgées. Il est plus grand après les repas et à la suite d'hémorrhagies. Leur augmentation, surtout après les repas, constitue ce que l'on a nommé la *leucocytose physiologique.*

Les globules blancs sont particulièrement abondants dans les veines de la rate et du foie.

Dans certaines maladies, les globules blancs s'accumulent

jusqu'à former le tiers ou la moitié de la masse des globules du sang, qui perd alors en partie sa couleur. C'est ce qui a fait donner à ces maladies le nom de *leucémie* ou *leucocythémie*.

Les globules rouges du sang se présentent, avons-nous dit, au microscope, sous la forme de petits disques aplatis à leur centre et sur leurs deux faces, épais sur leurs bords, et d'un diamètre de $\frac{1}{125}$ à $\frac{1}{150}$ de millimètre.

Les globules rouges ne laissent discerner ni noyau, ni enveloppe bien distincte. Seulement la couche extérieure est très-mince, et semble indiquer l'existence d'une membrane enveloppante, ou tout au moins d'une zone extérieure plus condensée, et de composition différente de celle du corps des globules. M. Béchamp a cependant affirmé récemment l'existence d'une enveloppe autour des globules rouges du sang.

Les globules rouges sont extrêmement altérables. Si le sérum du sang dans lequel ils nagent vient à s'évaporer un peu, ils prennent une forme *crénelée* sur les bords.

On a fait, dans ces derniers temps, beaucoup de recherches sur la composition chimique des globules rouges du sang. Ils paraissent, en définitive, composés d'une substance de nature albumineuse, qui jouit de la propriété de cristalliser. Cette substance cristallisable, c'est l'*hémoglobuline*, ou *hémoglobine*, résultant de la combinaison de la *globuline* (composé analogue à la caséine plutôt qu'à l'albumine) et de l'*hématosine* (substance protéique contenant la matière pigmentaire du globule).

En soumettant à la congélation ou à l'action de l'éther une couche de globules, on les déforme, on les détruit, et l'on obtient d'abord une dissolution d'un beau rouge, qui ne tarde pas à laisser déposer des cristaux d'hémoglobine. Les formes de ces cristaux sont différentes selon les animaux. Ils sont prismatiques chez l'homme, tétraédriques chez la souris et le cochon d'Inde, hexagonaux chez l'écureuil.

C'est au professeur Ch. Robin que l'on doit la découverte des cristaux de la matière colorante du sang.

La figure 43 représente les cristaux d'hémoglobine, principe essentiel de la matière colorante du sang chez l'homme. Ces cristaux sont des prismes à quatre pans, qui affectent les formes que nous représentons ici, c'est-à-dire la forme de rectangles ou de prismes allongés.

Au contraire, l'*hématine* ou *hématosine*, qui est la matière colorante du sang proprement dite (l'*hémoglobuline* moins la *globuline*), se retire du sang sans aucun traitement chimique compliqué : c'est la matière rouge que l'on obtient en traitant par l'eau du sang frais, et évaporant la liqueur, que l'on reprend par l'éther. C'est une matière non cristalline, qui se présente sous forme de grains rouge-noirâtre.

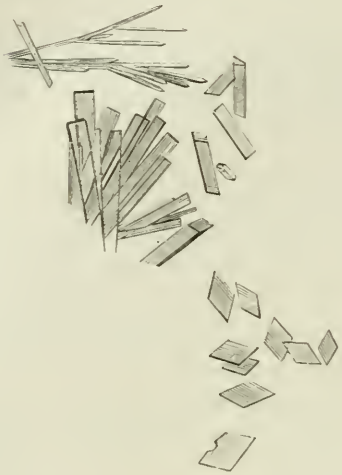


Fig. 43. La matière colorante du sang de l'homme cristallisée (hémoglobine).

En faisant agir divers réactifs sur l'hémoglobine ou sur l'hématine, on obtient des dérivés et des combinaisons de l'hématine cristallisant dans des formes régulières : ce sont l'*hémine* et l'*hématoïdine*, dont nous nous contenterons de signaler l'existence.

Les travaux entrepris par les physiologistes modernes ont parfaitement établi le rôle que jouent les globules du sang dans l'économie vivante. Leur fonction, c'est de se charger, dans le poumon, de gaz oxygène, qu'ils vont ensuite distribuer aux tissus. Les globules blancs et rouges sont donc, de véritables *réceptacles d'oxygène*, des *condensateurs d'oxygène*. Lorsqu'ils traversent les lobules du poumon, ils empruntent à l'air, venu de l'extérieur, son oxygène, et vont ensuite apporter cet oxygène aux différents tissus de l'économie, et surtout à ceux qui consomment beaucoup de ce gaz, c'est-à-dire aux muscles et aux nerfs. Les muscles et les nerfs absorbent cet oxygène, et rendent, à sa place, une quantité à peu près équivalente de gaz acide carbonique. Une faible partie de ce gaz acide carbonique reste logée dans les globules sanguins ; mais la plus grande partie reste dissoute dans le sérum du sang.

Ainsi, les fonctions des globules du sang sont, pour ainsi dire, toutes mécaniques. Ces microscopiques agents ont pour mission d'exciter le système nerveux.

La vie n'est possible que si les globules sanguins sont bien

constitués et renferment une dose convenable de gaz oxygène. C'est pour cela que les hémorrhagies un peu abondantes sont mortelles. Un animal ne peut perdre sans mourir plus du cinquième de son sang. Quand il a perdu cette proportion du fluide vital, il succombe, en présentant successivement de la prostration, une diminution de sensibilité, des bourdonnements d'oreilles, de la surdité, des mouvements convulsifs, enfin la mort.

On sait aujourd'hui que le sang contient du fer, et l'on croit que le fer se trouve localisé dans la matière colorante du sang, c'est-à-dire dans l'*hématosine* de Lecanu et de nos chimistes modernes.

La découverte de l'existence du fer dans le sang de l'homme est due à Menghini, chimiste italien du XVIIe siècle.

Menghini s'exagérait beaucoup la quantité de fer qui pouvait exister dans le sang de l'homme, car il émit la pensée que l'on pourrait un jour fabriquer, avec le fer extrait du sang de l'homme, des épées, des couteaux, des instruments de fer de toute espèce. C'était prendre l'effet pour la cause, car le fer qui se trouve dans le sang ne provient que des composés ferrugineux qui se sont mêlés à nos aliments.

On peut évaluer à 15 kilogrammes la quantité de sang qui existe dans le corps de l'homme adulte, et cette quantité renfermerait, d'après Lecanu, 2^gr,414 de fer. Il résulte de là qu'il n'y aurait dans le sang des trente-six millions d'habitants de la France, que 87 000 kilogrammes de fer.

Les chimistes Parmentier et Deyeux émirent, au commencement de notre siècle, une idée ingénieuse : c'était de faire frapper avec le fer retiré du sang des grands hommes des médailles destinées à éterniser leur mémoire.

Le célèbre chimiste Orfila se souvenait sans doute de cette pensée de Parmentier et Deyeux, car en 1840, dans le cours d'une grave maladie, ayant été saigné plusieurs fois, il fit conserver ce sang, et chargea le chef de son laboratoire, Lesueur, d'évaporer ce sang, de calciner le résidu, et d'en extraire l'oxyde de fer qu'il contenait, puis de réduire cet oxyde de fer par l'hydrogène.

Avec le fer métallique provenant de cette opération, Lesueur fit un lingot, qui est encore religieusement conservé par la famille d'Orfila.

M. G. Colin (d'Alfort) a réuni sous forme d'oxyde de fer, représentant plus de deux kilogrammes de métal, le fer provenant du sang de deux cents chevaux.

Sérum. — Le sérum est un liquide incolore, très-alcalin, visqueux, et d'une densité représentée par 1,102. La proportion très-forte d'albumine qu'il renferme, le fait ressembler au blanc d'œuf, par toutes ses propriétés. En effet, la chaleur, les acides azotique et sulfurique, le tannin, le bichlorure de mercure, y déterminent des précipités, comme dans une simple dissolution aqueuse de l'albumine de l'œuf.

D'après Lecanu la composition du sérum est la suivante, pour 1000 parties de sang liquide :

Eau		790
Albumine		68
Sels.	Chlorure de sodium, potassium et ammonium, carbonate de soude, chaux et magnésie, sulfate de potasse, phosphate de soude, lactate de soude, cholestérine, acides gras, séroline.	12

Lesquels, joints aux 130 parties de caillot, représentent les 1000 parties de sang analysé.

Outre ces corps, on peut apercevoir dans le sérum du sang, maintenu en repos et coagulé, des globules blancs.

Le sang, quand il circule dans les vaisseaux, présente aussi certains corps que la distribution de son étude ne nous a pas encore permis d'indiquer. Nous voulons parler de quelques gaz qui s'y trouvent en dissolution. On conçoit que, le sang se trouvant en contact continuel avec l'air, certains gaz doivent s'y mêler.

Les chimistes ont assez longtemps discuté la question de l'existence des gaz dans le sang. La cause des différences d'opinion qui ont divisé les savants à cet égard, c'était l'imperfection des procédés que l'on employait pour la recherche des gaz. La viscosité du sang empêche, en effet, les gaz d'être facilement chassés du sang, soit par l'ébullition, soit par l'exposition dans

le vide de la machine pneumatique. Tous les liquides visqueux se comportent d'ailleurs de la même manière. Un gaz dissous dans l'huile ne s'échappe de cette huile qu'avec une extrême lenteur, par l'action du calorique ou par l'effet du vide. Mais si, au lieu d'employer le vide ou la chaleur, on chasse les gaz dissous dans le liquide visqueux par un courant continu d'un autre gaz, on met sans peine ces gaz en liberté. Faites

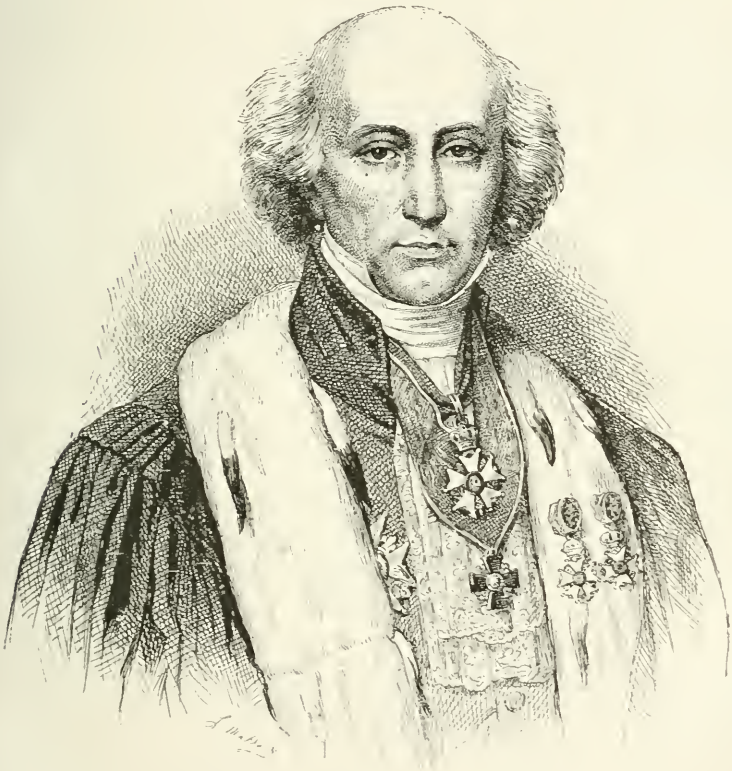


Fig. 44. Orfila.

passer dans le sang un courant de gaz hydrogène, et vous en retirerez un mélange formé d'oxygène, d'acide carbonique et d'azote. Si l'on faisait usage d'acide carbonique pour balayer le sang, on en retirerait seulement l'oxygène et l'azote.

On a trouvé, en opérant ainsi, que le sang veineux contient, pour 100 volumes de liquide, 7 volumes d'acide carbonique,

1 volume d'oxygène et 1 volume d'azote. Le sang artériel renferme 3 volumes de gaz oxygène.

Il reste, pour terminer l'histoire complète du sang pris dans l'état normal, à étudier la manière dont ce liquide se comporte quand il est mis en contact avec les divers corps.

Les acides très-concentrés coagulent le sang, en agissant sur l'albumine et la fibrine : de telle sorte que le liquide jeté sur un filtre passe clair, en retenant seulement le lactate de soude et quelques sels. Mais les acides moins énergiques ou plus dilués, comme le vinaigre, l'acide phosphorique, rendent le sang fluide, en dissolvant ses globules.

Nous ferons remarquer, comme application de ce fait, que dans les hémorrhagies il est desavantageux de tamponner avec des linges imbibés de vinaigre, comme on le recommande quelquefois. Le vinaigre agit, il est vrai, en crispant les vaisseaux qui donnent issue au sang; mais si le vaisseau offre un calibre un peu fort, il ne pourra se resserrer sous l'influence de cet acide, qui empêchera, au contraire, la fin de l'hémorrhagie, en dissolvant les caillots qui se produisent à l'orifice du vaisseau divisé.

Les alcalis étendus empêchent la coagulation du sang, par suite de la dissolution des globules.

L'alcool, le tannin, la créosote, coagulent le sang, en agissant à la fois sur l'albumine du sérum et sur celle des globules. C'est donc avec raison que l'on a employé comme hémostatiques l'alcool, le tannin, la créosote et l'acide phénique.

L'eau se comporte avec le sang d'une manière particulière. Elle dissout la matière colorante des globules ; ensuite, pénétrant dans leur intérieur, elle les distend, et les modifie, de manière à les altérer complètement.

On conçoit, d'après cela, le danger que présente l'injection de l'eau dans les veines d'un animal. Les globules sont détruits, et le sang, devenu plus fluide, peut s'épancher, en filtrant à travers les vaisseaux qui le contiennent. Aussi est-il de la plus haute importance, toutes les fois que l'on étudie le sang, d'éviter son mélange avec l'eau. Toutes les divergences qui ont régné si longtemps entre les micrographes sur les dimensions des globules, sur leurs formes diverses chez les animaux, tenaient à ce que les observateurs étaient dans l'usage d'étendre avec

un peu d'eau les gouttes de sang qu'ils soumettaient à l'examen microscopique.

Si, au lieu d'employer l'eau pure, on se sert de dissolutions de certaines matières neutres, comme le sucre, le sulfate de soude, le sel marin, on opère, au contraire, la conservation des globules, et l'on empêche le sang de se coaguler.

Certains gaz n'ont aucune action sur le sang, bien qu'ils exercent un effet assez énergique sur l'économie. Tels sont le gaz azote et ses oxydes, les gaz acide carbonique, hydrogène carboné et surtout l'oxyde de carbone. Ces gaz, mis en contact avec le sang, déplacent les autres gaz qui s'y trouvent dissous en vue de ses fonctions physiologiques. Aussi ces gaz déterminent-ils la mort de l'animal, soit que, ayant chassé l'oxygène, ils rendent la respiration impossible et déterminent l'asphyxie, soit que, arrivés dans le cerveau, ils impressionnent mortellement le système nerveux, en vertu de leur nature propre.

Les gaz qui exercent sur le sang une action chimique peuvent être distingués en gaz acides et gaz alcalins.

Les gaz un peu énergiquement acides, comme l'acide chlorhydrique et l'acide sulfureux, coagulent le sang, en le noircissant. L'hydrogène sulfuré est détruit par le sang : le soufre et l'hydrogène paraissent brûlés. Cette action s'accompagne du dégagement d'une odeur particulière et désagréable, que l'on remarque dans le sang d'individus morts d'affections putrides.

Le gaz ammoniac agit comme alcali, en maintenant la fluidité du sang.

Le chlore coagule le sang, puis le décolore, en formant du chlorure de fer.

Connaissant les propriétés chimiques du sang, le lecteur n'aura aucune peine à comprendre le procédé qui sert, dans les laboratoires, à déterminer la composition chimique de ce liquide complexe.

La méthode qui est la plus suivie aujourd'hui pour l'analyse du sang, c'est-à-dire pour fixer les proportions relatives d'eau, de fibrine, de globules et de sels minéraux qui existent dans le sang, est aussi la plus anciennement connue. Elle a été employée pour la première fois, il y a un demi-siècle, par l'illustre chimiste M. Dumas.

A mesure que le liquide sort de la veine, on divise en deux

parties le sang de la saignée. La première partie est battue avec un balai d'osier, et la fibrine, se séparant, adhère aux brins du balai. On recueille cette fibrine, on la lave, on la sèche à la vapeur de l'eau bouillante, et son poids, comparé au poids du sang de la saignée, donne la quantité de fibrine, qui est ordinairement de 3gr,5 pour 1 kilogramme de sang.

La seconde partie du sang de la saignée sert à déterminer la quantité d'eau, de globules et de sels.

Pour cela, on abandonne ce sang à la coagulation spontanée. Quand le coagulum s'est bien formé, on le sépare du sérum; on pèse le caillot humide; on le dessèche. On pèse le caillot sec; le sérum est évaporé à siccité et on pèse le résidu.

Ces diverses opérations fournissent tous les éléments du sang, si on les interprète comme il suit :

1° L'eau est représentée par la différence entre le poids du sang liquide et le poids des matériaux solides fournis par l'évaporation du caillot et du sérum.

2° La fibrine est fournie directement par le battage du sang de la saignée.

3° Les globules sont donnés par la différence entre le poids du caillot sec et la quantité de fibrine déjà trouvée. Il faut seulement remarquer que, le caillot retenant du sérum liquide interposé, on doit tenir compte de la quantité de matières fixes abandonnées par la quantité de sérum que renferme le caillot desséché. Cette distraction est facile, puisque l'on sait combien un poids connu de sérum évaporé laisse de résidu.

4° Les matières fixes du sérum sont dosées par la différence entre le poids du sérum liquide et celui du sérum desséché.

5° Enfin, la proportion relative des matériaux organiques et des matériaux inorganiques du sérum est reconnue par l'opération suivante. On calcine le résidu sec laissé par le sérum ; la matière organique est détruite par l'action du feu, et la différence entre le poids du résidu et celui des cendres laissées par la calcination indique la proportion relative des matériaux organiques et des sels minéraux.

Ce procédé présente quelques inconvénients, qui peuvent en rendre l'application difficile, et même quelquefois fautive. En effet, les globules du sang sont dosés indirectement; l'albumine du sérum est confondue avec les sels minéraux et les produits organiques. On suppose que le liquide qui baigne le caillot est

identique au sérum, hypothèse que semblent renverser quelques observations récentes. Enfin, une assez grande quantité de sang, et d'ailleurs la totalité du sang de la saignée, sont nécessaires à l'analyse.

Fig. 45. J. B. Dumas.

On a essayé de substituer d'autres méthodes à celle que nous venons de décrire, mais ces méthodes sont beaucoup moins pratiques que la méthode de M. Dumas, qui est seule en usage aujourd'hui.

A propos de l'analyse du sang, le chimiste Klaproth a raconté, dans un de ses mémoires, une anecdote que nous ne passerons pas sous silence.

Un baron allemand, de très-haute lignée, était pourvu d'un orgueil démesuré, qui le portait à se considérer comme d'un sang bien plus pur que celui des autres hommes. Ce noble seigneur aimait pourtant les sciences, car il suivait le cours de chimie de Klaproth, qui, à la fin du siècle dernier, enseignait à Berlin, avec beaucoup d'éclat. Un jour, comme le baron se rendait au cours de Klaproth, sa voiture versa. Le maître et le cocher furent meurtris par la chute, et l'on crut devoir saigner, aussitôt après l'accident, le maître et le cocher. Le baron trouva l'occasion bonne pour s'édifier sur la différence qui pouvait exister entre le sang d'un gentilhomme et celui d'un homme du peuple. Il pria donc le professeur Klaproth de conserver le produit des deux saignées et d'en faire l'analyse comparative.

Klaproth ne trouva aucune différence dans la composition des deux sangs. Celui du cocher ne renfermait que 2 pour 100 d'eau de moins que celui du baron : sans doute parce que le cocher ne mettait pas d'eau dans son vin, suivant la coutume des cochers de tous les pays. Mais, à cette différence près, qui était insignifiante, le sang du gentilhomme et celui du valet étaient d'une composition parfaitement semblable.

Cette leçon donnée par la science corrigea l'orgueil du hobereau. Et comme son fils, marchant sur ses traces, avait une trop grande inclination à se croire d'une nature supérieure à celle des autres hommes, le baron copia de sa main l'analyse l'analyse chimique faite par Klaproth, et la remit au jeune homme, pour le ramener au sentiment de la vérité, toutes les fois qu'il se sentirait disposé à se croire d'un sang plus pur que celui du peuple.

Quelle est la quantité totale de sang qui existe dans l'organisme?

On a eu recours à différentes méthodes pour déterminer cette quantité. Ed. Weber et Lehmann, physiologistes allemands, ont fait cette détermination en opérant sur deux suppliciés. Ils commencèrent par mesurer la quantité de sang qui s'était écoulée après la décapitation; puis ils injectèrent de l'eau dans les vaisseaux, recueillirent le liquide obtenu, et déterminèrent, par l'analyse chimique, la proportion de sang contenue dans l'eau qui avait ainsi lavé l'intérieur des vaisseaux. En ajoutant ce sang à celui qui avait été obtenu directement après la décapi-

tation, Ed. Weber et Lehmann évaluèrent le poids du sang contenu dans le corps d'un homme au huitième du poids total du corps.

Un autre physiologiste allemand, Welcker, a évalué la quantité totale de sang contenue dans le corps de l'homme par le degré de coloration de l'eau injectée dans les vaisseaux, puis recueillie. Voici comment opère Welcker. Il tire du corps une quantité déterminée de sang, l'étend avec de l'eau, et note le degré de coloration de ce mélange. Ensuite il injecte de l'eau dans les vaisseaux, recueille cette eau, et, après avoir haché les tissus, les traite également par l'eau. Il obtient ainsi une eau sanguine, qu'il étend d'eau pure, jusqu'à ce qu'elle présente la même coloration que la première. Comparant alors le volume de ces liquides, il en déduit la quantité totale de sang contenu dans le corps. La masse totale du sang de l'animal mis en expérience est à la quantité de sang que l'on extrait de la veine, comme le volume d'eau ajouté à la première est au volume d'eau ajouté à la seconde, pour obtenir le même effet de coloration.

Welcker, en opérant ainsi, de concert avec un autre expérimentateur, Birchoff, a constaté que la quantité de sang contenue dans le corps d'un homme adulte n'est que le treizième ou le quatorzième du poids de son corps.

Les résultats obtenus par la méthode de Ed. Weber et Lehmann sont, selon nous, les plus précis. L'évaluation directe de la masse du sang, chez l'homme ou les animaux qui ont succombé par mort violente ou à la suite d'une hémorrhagie, est, en effet, la seule méthode qui doive inspirer confiance.

Il faut savoir, du reste, que les quantités de sang chez l'homme doivent varier à l'infini, si l'on en juge par ce qui arrive chez les animaux. Tel sujet doit avoir un tiers, un quart et même moitié moins de sang qu'un autre, comme tel individu a un tiers, un quart ou moitié moins de graisse, de muscles ou de sang qu'un autre. La détermination de la quantité de sang chez l'homme a donc peu d'importance, ces quantités devant nécessairement beaucoup varier. C'est sous la réserve de cette réflexion que nous ferons connaître les résultats suivants des déterminations de la masse du sang faites par des observateurs contemporains, chez les animaux et chez l'homme.

Welcker et Heidenhain, dans des expériences exécutées sépa-

rément, ont trouvé les résultats suivants pour la quantité de sang existant dans le corps de différents animaux. Chez le chien, le poids de la masse du sang est $\frac{1}{13}$ du poids du corps; chez la souris, $\frac{1}{13}$; chez le chat, $\frac{1}{15}$; chez le lapin, $\frac{1}{18}$; chez les oiseaux, $\frac{1}{11}$ à $\frac{1}{12}$; chez la grenouille, $\frac{1}{17}$; chez les poissons $\frac{1}{63}$.

Vierordt, avec les données obtenues par Dursy et Krause, évalue la quantité de sang chez l'homme adulte au treizième du poids du corps.

Le même auteur rapporte l'évaluation de la quantité de sang faite sur un suicidé, par Krause. Le poids du corps était de 65 kilogrammes, et la quantité de sang de $5^{gr},020$, ce qui correspond au treizième du poids du corps.

Cependant, nous le répétons, le résultat de Weber et Lehmann, qui admettent pour la proportion dont il s'agit le chiffre $\frac{1}{8}$, nous paraît le plus rapproché de la vérité.

Le sang nous étant maintenant bien connu, dans toutes ses propriétés physiques, chimiques et organoleptiques, nous pouvons entreprendre l'étude de la *circulation du sang*. Nous venons d'étudier le sang à l'état de repos; nous allons le considérer maintenant lorsqu'il est en mouvement, c'est-à-dire lorsqu'il parcourt les canaux qui sillonnent l'intérieur de notre corps.

LA CIRCULATION DU SANG.

Le mot de *circulation* peint à merveille et fait tout de suite comprendre la fonction physiologique que nous avons à décrire. Le sang forme, en effet, dans son cours un cercle (du latin *circulus*) qui n'est jamais interrompu, qui n'a ni commencement ni fin, comme le cercle géométrique. A quelque point de son trajet qu'on le prenne, pour en suivre les infinis détours et les flexueux méandres, on est toujours ramené au point de départ. Il est donc indifférent, pour expliquer le trajet du sang à l'intérieur du corps humain, de le prendre dans un point ou dans un autre du cercle sans fin qu'il décrit en arrosant nos tissus, car tous les vaisseaux sanguins sont à la fois remplis de sang, car une ondée en pousse toujours une autre, et cela sans arrêt, sans interuption, sans intervalle.

Cependant, comme il faut un point de départ pour se reconnaître, nous choisirons le moment où le sang est apporté de toutes les parties du corps, tant inférieures que supérieures, par les deux gros troncs veineux connus sous le nom de *veine cave inférieure* et de *veine cave supérieure*, qui le déversent dans l'oreillette droite du cœur.

Pour comprendre ce qui va suivre, il faut connaître la structure du cœur.

Disons tout de suite que le cœur est une cavité divisée en deux loges, chambres ou compartiments, et que cette division se répète de chaque côté ; de telle sorte qu'il existe réellement un *cœur droit* et un *cœur gauche*.

Le cœur droit et le cœur gauche sont partagés chacun en deux cavités, superposées l'une à l'autre. L'une des cavités s'appelle l'*oreillette*, l'autre le *ventricule*. L'oreillette droite et le ventricule droit communiquent ensemble par une large ouverture, masquée par une valvule ou soupape, qui s'appelle la *valvule tricuspide;* mais le cœur droit et le ventricule droit n'ont entre eux aucune communication. Notez bien ce fait, lecteur, car il est indispensable pour comprendre l'itinéraire du sang à travers les quatre loges ou compartiments du cœur.

La figure 46 représente le cœur vu à l'extérieur, avec les troncs artériel et veineux qui partent de cet organe ou qui aboutissent à l'oreillette et au ventricule droit et gauche.

La figure 47 donne le dessin du cœur vu à l'intérieur. On reconnaît la division de cette cavité en quatre loges, accolées et superposées, à savoir les deux oreillettes et les deux ventricules.

Connaissant la disposition de l'intérieur du cœur, on comprendra la marche que suit le sang pour accomplir son grand cercle dans le corps tout entier.

Nous prenons, avons-nous dit, pour point de départ de la circulation, le moment où le sang arrive des parties supérieures et inférieures du corps, par les deux gros troncs veineux qui portent le nom de *veine cave inférieure* et *veine cave supérieure* (K, fig. 46 et 47).

Le sang pénètre, par ces deux veines, dans l'oreillette droite du cœur et la remplit. Quand l'oreillette droite (C, fig. 47) est suffisamment distendue par le sang, elle se contracte, presse le liquide qui la remplit, et le chasse dans le ventricule droit

(A, fig. 47). Il faut pour cela que la *valvule tricuspide* (E, fig. 47) s'ouvre, pour laisser passer le sang, et se referme après son passage. C'est ce qui arrive.

Pressé de toutes parts, le sang pourrait, il est vrai, rentrer dans les deux veines caves, c'est-à-dire rebrousser chemin; mais une petite valvule, appelée *valvule d'Eustache*, ou *d'Eustachi*, se redresse, et met obstacle à ce retour. Elle n'y met pas cependant entièrement obstacle, car il y a, à chaque contraction du ventricule droit du cœur, un petit reflux du sang dans la veine cave, ou, si l'on veut, une suspension momentanée de l'arrivée du sang dans le ventricule, ce qui produit une espèce d'ondulation dans les deux veines caves et les grosses veines les plus voisines.

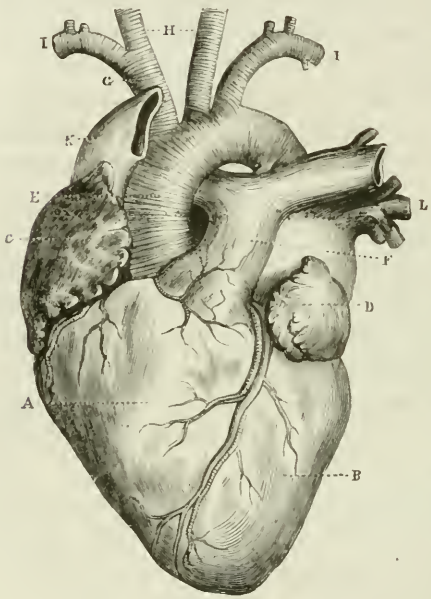


Fig. 46. Cœur vu à l'extérieur.

A. Ventricule droit. — B. Ventricule gauche. — C. Oreillette droite. — D. Oreillette gauche. — E. Artère aorte (crosse de l'aorte). — F. Artère pulmonaire. — G. Tronc brachio-céphalique. — H. Artères carotides droite et gauche. — I, I. Artères sous-clavières. — K. Veine cave supérieure. — L. Veine pulmonaire.

Ce reflux, qui coïncide avec les battements du cœur, est très-manifeste à la veine jugulaire, chez les personnes qui ont le système veineux bien développé. C'est ce qu'on appelle le *pouls veineux*.

Le ventricule droit du cœur ayant reçu l'ondée de sang que l'oreillette droite lui a envoyée, se contracte, dès que sa cavité est remplie, et presse de tous côtés le sang, qui, par cette pression, surmonte l'effort des trois valvules (*valvules sigmoïdes*) qui tendent à le retenir à l'intérieur. En même temps, la *valvule tricuspide*, qui avait été soulevée par le sang à son entrée dans le ventricule, s'applique sur l'orifice auriculo-ventriculaire, et le ferme à peu près complètement. Dès lors la grosse artère qui part du ventricule droit du cœur, c'est-à-dire l'*artère pulmonaire* (F, fig. 46), est la seule voie qui s'ouvre à la progression du sang. C'est

donc dans l'artère pulmonaire que le sang se précipite, en sortant du ventricule droit du cœur, A.

Après avoir parcouru le gros tronc de l'artère pulmonaire, G, le sang se partage en deux colonnes, qui se dirigent l'une à droite, l'autre à gauche, et pénètrent chacune dans les poumons droit et gauche, en suivant les deux branches qui résultent de la division du tronc de l'artère pulmonaire. Le sang est ainsi poussé, à chaque contraction du ventricule droit, dans les nombreuses ramifications des deux artères pulmonaires. Il se divise bientôt en colonnes de longueur décroissante ; et de divisions en divisions, de subdivisions en subdivisions, l'arbre artériel qui distribue le sang à la substance du poumon se réduit en ramifications *capillaires* (du latin *capillus*, cheveu), c'est-à-dire n'ayant pas plus d'épaisseur qu'un cheveu.

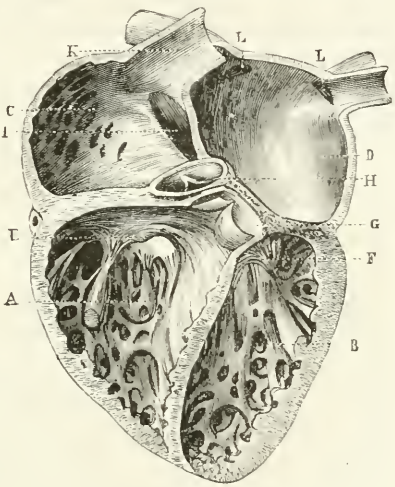


Fig. 47. Cœur vu à l'intérieur.
A. Ventricule droit. — B. Ventricule gauche. — C. Oreillette droite. — D. Oreillette gauche. — E. Orifice auriculo-ventriculaire gauche et valvule tricuspide. — F. Orifice auriculo-ventriculaire gauche — G. Artère pulmonaire et valvules sigmoïdes. — H. Origine de l'artère aorte et valvules. — I. Veine cave inférieure. — K. Veine cave supérieure. — L, L. Orifices des veines pulmonaires.

C'est lorsqu'il parcourt les canaux infiniment nombreux et infiniment minces du réseau capillaire artériel, que le sang se met en contact, à travers la faible épaisseur des dernières ramifications de ce réseau capillaire, c'est-à-dire dans les *lobules pulmonaires*, avec l'air. C'est alors qu'il subit l'influence de l'oxygène atmosphérique, et qu'il éprouve l'oxydation qui constitue l'essence du phénomène chimique de la respiration. C'est alors enfin que le sang veineux, de couleur noirâtre, devient sang artériel, de couleur rouge.

Nous aurons à étudier, dans le chapitre suivant, le phénomène chimique dont le tissu pulmonaire est le siège, c'est-à-dire l'oxygénation du sang, et à rechercher les conséquences de ce phénomène. Bornons-nous, pour le moment, à constater que c'est à travers les ramifications du réseau capillaire du poumon que le sang subit l'influence de l'oxygène de l'air (ce qui constitue

le phénomène essentiel de la respiration pulmonaire), et que de noir il devient rouge.

Après avoir subi ce changement chimique, le sang repasse, des ramuscules artériels, ou *artérioles*, qui parcourent le tissu du poumon, dans les ramuscules veineux, ou *veinules*, qui leur font suite.

Il faut savoir, en effet, d'une manière générale, que dans toute l'économie le système veineux et le système artériel sont comme deux grands arbres dont les troncs seraient opposés l'un à l'autre, mais qui communiqueraient ensemble, sans interruption, par leurs racines, c'est-à-dire par leurs extrémités terminales, que l'on nomme *artérioles* ou *veinules*, et dont la réunion compose le *réseau capillaire*.

C'est donc par le réseau capillaire que s'établit la communication constante entre le système artériel et le système veineux.

Cette communication continuelle qui existe entre les *artérioles* et les *veinules*, dans toutes les parties du corps, existe nécessairement dans le tissu pulmonaire, et c'est ainsi que le sang, des *artérioles* du poumon, après avoir subi l'influence de l'air, passe dans les *veinules* du même poumon.

Les veines pulmonaires, d'abord nombreuses et de très-petite dimension, augmentent de volume et diminuent de nombre, à mesure qu'elles se réunissent pour former des branches plus volumineuses. En augmentant ainsi en volume pendant qu'elles diminuent en nombre, les veines finissent par ne former, dans chaque poumon, que deux grosses veines, les deux *veines pulmonaires* (L, fig. 47), qui vont verser quatre colonnes de sang à l'oreillette gauche du cœur (D, fig. 47).

Cette première partie du cours du sang a reçu des auteurs le nom de *petite circulation*, ou de *circulation pulmonaire*, par opposition au trajet du sang dans les membres et autres parties du corps, qu'on a nommé *grande circulation*.

Cette distinction de la circulation en deux portions distinctes, la *grande* et la *petite* circulation, à laquelle on attachait autrefois une grande importance, est aujourd'hui reléguée au second plan, car au fond elle n'est point justifiée. En effet, ni la petite ni la grande circulation, si on les admet sous ce titre, ne forment l'une ni l'autre, à elles seules, un cercle complet. C'est leur réunion, leur ensemble, qui forme un cercle complet, mais non l'une ou l'autre prise isolément. Cette segmentation du tra-

jet du sang n'a d'ailleurs aucune utilité dans la pratique; c'est donc avec raison que l'on s'en préoccupe beaucoup moins aujourd'hui qu'autrefois.

Quoi qu'il en soit, le sang apporté par les veines pulmonaires (L, fig. 47) dans l'oreillette gauche du cœur (D, fig. 47) finit par la remplir, et lorsque cette cavité est remplie, elle se contracte et chasse le sang dans le ventricule gauche (B, fig. 47). L'oreillette gauche communique par une large ouverture avec le ventricule gauche, et une valvule (la *valvule mitrale* (F, fig. 47) est le seul obstacle qui s'oppose à son passage dans le ventricule gauche. Cet obstacle est bientôt surmonté, la valvule mitrale est écartée, et le sang pénètre largement dans le ventricule gauche.

Dès qu'il a reçu l'ondée de sang, le ventricule gauche se contracte à son tour, et presse, dans tous les sens, le liquide qui le remplit (B). Le sang refluerait dans l'oreillette gauche, si l'orifice auriculo-ventriculaire restait ouvert; mais la *valvule mitrale* (F), en ce moment refoulée sur cet orifice, intercepte toute communication avec l'oreillette. Il ne reste donc qu'une issue au liquide sanguin pressé par les contractions du ventricule gauche : c'est l'orifice de la grosse artère, que l'on désigne sous le nom d'*aorte* (H, fig. 47). Les valvules qui en ferment en partie l'entrée, sont facilement écartées par l'impulsion du sang, qui s'élance aussitôt avec force dans l'artère aorte.

Une fois engagé dans l'aorte, le sang est poussé dans cette artere par les ondées qui se précipitent et se succèdent. Il continue de progresser dans l'artère aorte, sans pouvoir revenir sur lui-même, à cause des impulsions qu'il reçoit à chaque ondée nouvelle et des valvules qui, s'étant relevées, s'opposent à sa rétrogradation.

Le tronc de l'artère aorte se divise en plusieurs grosses branches; le sang les parcourt successivement. Ces branches elles-mêmes se subdivisent en rameaux, puis en ramuscules, de plus en plus petits. Le sang pénètre ainsi dans la substance de tous les organes et de toutes leurs parties.

C'est pour cela qu'on ne peut enfoncer dans un point quelconque de notre corps la pointe acérée d'une aiguille, sans que cette pointe n'ouvre une artériole ou une veinule du réseau capillaire et n'en fasse écouler du sang.

Toutefois le sang que fait exsuder la pointe d'une aiguille ou

d'une épingle enfoncée dans les chairs, n'est pas uniquement le sang des artérioles. Il est également fourni par le sang des veinules. Toujours, avons-nous dit, et dans quelque point de l'économie qu'on les considère, les artérioles font suite aux veinules et composent le réseau capillaire; ce qui veut dire que, dans l'intimité de nos tissus, le sang passe du système artériel dans le système veineux par le réseau capillaire qui termine l'un et qui commence l'autre.

Le sang qui, dans le système artériel, a subi quelques modifications intimes dont la nature ne nous est point connue, mais qui constitue la nutrition des tissus organiques, est donc repris par les veinules, et passe bientôt dans les veines. Il coule dans ces veines, en se rapprochant de plus en plus du cœur.

De toutes les parties de l'économie, du haut comme du bas, le sang se dirige donc vers le cœur, c'est-à-dire qu'il descend en venant des parties supérieures et de la tête, et qu'il remonte en venant des parties inférieures. Remarquons que, lorsqu'il se dirige des membres inférieurs vers le cœur, lorsqu'il part de la jambe ou du pied, par exemple, le sang s'élève en dépit et à l'encontre de la pesanteur. On ne voit pas cependant que cette marche, qui a lieu contrairement à la pesanteur, modifie la vitesse du cours du sang, pas plus que la vitesse du même sang n'est accélérée lorsqu'il descend de la tête ou des membres supérieurs pour cheminer vers le cœur. C'est que les veines des membres inférieurs sont pourvues d'un grand nombre de *valvules*, qui coupent, pour ainsi dire, le calibre de la veine et forment autant de petites cloisons. Ces petites cloisons, sur lesquelles nous reviendrons avec plus de détails en parlant des veines en général, soutiennent le sang et empêchent sa chute vers les parties inférieures du corps.

A mesure qu'elles se rapprochent du cœur, les veines diminuent en nombre et s'accroissent en volume. Par leur réunion en vaisseaux de plus en plus volumineux, elles finissent par ne plus former que deux gros troncs : l'un, la *veine cave inférieure*, qui reçoit le sang des parties situées au-dessous du diaphragme; l'autre, la *veine cave supérieure*, auquel aboutissent toutes les veines situées à la partie supérieure du corps.

Les deux *veines caves inférieure* (K, fig. 47) et *supérieure* versent dans l'oreillette droite du cœur (C, fig. 47) le sang qu'elles charrient.

Mais c'est là, on s'en souvient, le point de départ que nous avons choisi pour suivre le cours du sang dans son cercle non interrompu. Nous avons donc tracé ce cercle entier, et tel est le trajet que le sang parcourt continuellement et qui ne s'interrompt jamais. Ce cercle vital commence à la naissance, pour ne s'arrêter qu'à la mort.

Nous venons de suivre le sang dans sa route incessante à travers toute l'étendue, toute la profondeur, tous les plans, toute la masse du corps humain. Nous avons exposé ainsi le trajet, géographique, pour ainsi dire, de la circulation. Mais il y a bien des forces particulières qui interviennent dans ce merveilleux ensemble d'actions vitales. Nous n'avons pu mettre en relief ces diverses forces ou influences, dans le simple itinéraire qui précède. Il importe d'étudier à part le rôle particulier que jouent les principaux organes qui concourent à la circulation du sang.

Les organes qui jouent un rôle essentiel dans ce grand phénomène, sont :

1° Le *cœur;*

2° Les *artères;*

3° Les *vaisseaux capillaires;*

4° Les *veines.*

Examinons successivement la part de chacun de ces organes dans la grande fonction qui nous occupe.

Cœur — La cause primordiale, l'agent essentiel et fondamental de la circulation du sang, dans toute l'économie, c'est le cœur. C'est du cœur que part tout le sang c'est au cœur que tout le sang revient. Si son action s'arrête, si elle est suspendue un moment, il y a *syncope*, c'est-à-dire défaillance générale, et si la syncope se prolonge, c'est la mort.

Nous ne perdrons pas notre temps à rechercher, comme l'ont fait tant de physiologistes, la cause intime, primitive, absolue, des mouvements du cœur. Il est prouvé que ses contractions sont indépendantes de notre volonté et de toute autre cause, interne ou externe. Une expérience bien démonstrative, qui a été faite pour la première fois par Galien, le prouve suffisamment. Si l'on arrache le cœur d'un animal récemment tué, et qu'on tienne ce cœur dans la main, on sent les contractions de l'organe retiré de la poitrine de l'animal continuer pendant plusieurs minutes : le cœur continue de battre dans la main.

Cette expérience, qui paraît cruelle, barbare, nos jeunes lecteurs peuvent la faire eux-mêmes, sans que leur sensibilité ait rien à se reprocher. Quand votre cuisinière vient de tuer un lapin, par ce fameux coup sur la nuque si bien nommé *coup du lapin*, priez la dite cuisinière de remplacer pour vous Galien, c'est-à-dire d'extraire le cœur de l'animal mort, mais encore chaud, et si vous serrez dans votre main le cœur du pauvre Janot lapin, vous le sentirez battre et palpiter pendant deux ou trois minutes.

Ceci prouve, avec toute l'évidence possible, que les contractions du cœur sont indépendantes de la volonté, et que l'électricité, ou toute autre cause que l'on a voulu invoquer pour les expliquer, ne sauraient être admises comme déterminant ces contractions.

Concluons que la cause primitive, absolue, des mouvements du cœur est, comme la contraction de tous les autres muscles, essentiellement vitale, c'est-à-dire un de ces mystères que la nature s'est réservée et qu'il y aurait témérité à vouloir lui arracher un secret qui restera toujours voilé à nos regards.

Laissons donc de côté la cause première des contractions du cœur, et voyons quels sont les effets de ces contractions.

Les mouvements du cœur sont de deux sortes : un mouvement de dilatation et un mouvement de contraction. Les physiologistes ont jugé nécessaire de créer un nom, dérivé du grec, pour exprimer ces deux actions successives. On appelle *systole* la contraction du cœur et *diastole* sa dilatation.

La dilatation du cœur, la diastole, n'est point un acte purement passif. Les cavités du cœur ne s'ouvrent point à l'abord du sang, comme on l'a dit quelquefois, par le simple effort qu'exerce le sang pour s'y introduire. Ce n'est point, en d'autres termes, le simple effet du relâchement des parois du cœur succédant à leur contraction, qui produit la diastole. Le cœur se dilate pour recevoir le sang; et cette dilatation produisant l'effet d'une pompe aspirante, attire à l'intérieur du cœur le sang prêt à pénétrer dans sa cavité.

« L'impulsion *à tergo* et la force aspirante du cœur, dit Burdach, se prêtent un mutuel appui et donnent pour résultat la circulation. »

En 1841, Cruveilhier, dans une opération chirurgicale qu'il

faisait à un individu blessé à la poitrine, put apercevoir le cœur, et même toucher cet organe, le saisir avec la main. Or Cruveilhier dit à ce propos : « *La diastole ventriculaire s'effectuait brusquement avec une énergie dont on ne se ferait pas une idée : la main serrée sur le cœur était, pendant la diastole, ouverte avec violence.* » Il est évident que l'impulsion communiquée au sang par la seule contraction de l'oreillette n'aurait pas agi avec cette puissance.

Le chirurgien Follin a vu, en 1850, dans un cas tout semblable, les mouvements du cœur mis à nu par une blessure. « Les ventricules se remplissaient, dit Follin, sans mouvements brusques et avant la contraction des oreillettes. » La dilatation des ventricules n'était pas passive, puisque le sang arrivait dans les ventricules avant la contraction des oreillettes.

Wedemeyer et Guenther, physiologistes allemands, ayant lié la veine jugulaire d'un cheval, ouvrirent cette veine au-dessus de la ligature, et introduisirent dans le vaisseau un tube d'argent; puis ils attachèrent au tube d'argent un tube de verre recourbé. La longue branche pendante de ce tube de verre fut plongée dans un vase plein d'eau. Or, à chaque pulsation du cœur, le liquide montait de plusieurs pouces dans la branche, et cela à peu près au moment correspondant à la diastole; ensuite il retombait.

A la *diastole* succède la *systole*, c'est-à-dire que le cœur, après s'être dilaté pour recevoir le sang, se contracte et presse le liquide, pour le chasser hors de sa cavité. Des fibres particulières provoquent cette contraction.

Ce n'est pas sans raison que Bichat, après Sténon et Harvey, a appelé le cœur un *muscle creux*. Cette expression, si admirée avec raison, est belle, parce qu'elle est juste, parce qu'elle traduit fidèlement la réalité. Le cœur n'est, en effet, qu'une réunion de muscles, composés de fibres douées d'une grande puissance de contraction.

Mais quelle est la force des fibres du cœur? Et le nombre de ces fibres est-il en rapport avec l'étendue du trajet qu'elles ont à faire parcourir au sang? Les anciens disaient que le volume, et par conséquent la force du cœur, est en rapport avec l'énergie physique et morale de l'individu. Cette remarque est fondée. On peut regarder, en général, le développement considérable du cœur, chez l'homme, comme une preuve de force physique

et de courage. On comprend, en effet, qu'un cœur volumineux doive expédier une plus grande quantité de sang, et pousser ce liquide vital avec plus de vigueur. Il doit, dès lors, communiquer aux organes une plus vive excitation et donner à l'individu plus d'énergie, en lui fournissant une plus grande somme d'élément vital. Cette idée est passée dans le langage, car on dit quelquefois, par une expression métaphorique, « un grand cœur » pour un homme de courage.

Quant à la force des contractions du cœur, on a fait beaucoup de recherches pour n'arriver qu'aux plus singulières divergences. Les évaluations qui ont été formulées à cet égard présentent entre elles les écarts les plus choquants. Il suffit de dire, pour prendre les extrêmes, que Borelli exagérait prodigieusement la force du cœur, tandis que Keil l'évaluait seulement à quelques onces. Entre ces points extrêmes on peut placer les évaluations de Jurine, Morgan, Sauvages, Robinson, Morlandi, Boissier, Cheselden, Michelotti, Hales, Bernoulli, Tabor, Sénac, etc.

Comment expliquer d'aussi grandes divergences? Vicq d'Azyr suppose qu'il s'est glissé quelques erreurs de calcul dans l'appréciation des résultats de Borelli, et Haller déclare qu'il est impossible de faire à cet égard une estimation rigoureuse. La cause de ces différences entre ces évaluations vient de la manière différente dont chaque auteur a procédé. Borelli a donné trop d'importance au calcul; Keil, Haller et Bernoulli se sont trop attachés à l'expérience directe.

Le physiologiste anglais Hales avait eu l'idée, au siècle dernier, d'évaluer la force du cœur en introduisant dans l'artère carotide d'un animal vivant un tube de verre recourbé, contenant du mercure dans l'une de ses branches. Le tube de verre se remplissait du sang de l'artère, et exerçait sa pression sur la colonne de mercure contenue dans sa partie recourbée. Hales évaluait par ce moyen la tension mécanique du sang dans l'artère mise en expérience.

Dans notre siècle, un physiologiste français, Poiseuille, est parvenu, à l'aide d'un instrument en tout semblable à celui de Hales, à apprécier exactement la tension du sang dans les artères.

Poiseuille, comme Hales, met l'artère carotide en communication avec un tube de verre recourbé contenant du mercure. Chaque contraction du cœur fait élever le mercure dans ce tube,

et en mesurant la hauteur de la colonne soulevée, on évalue la pression du sang dans les artères.

Nous représentons dans la figure 48 l'*hémo-dynamomètre* de Poiseuille.

Cet appareil se compose d'un tube de verre E D I C, recourbé deux fois. La partie C est introduite dans l'artère A A, à l'intérieur de laquelle on veut mesurer la pression qu'exerce le sang. Après avoir divisé cette artère, on y introduit l'extrémité horizontale C du tube, et on lie l'artère sur cet ajutage, avec plusieurs tours de fil verni très-solides. Un robinet est disposé sur le trajet du tube B C, pour faire pénétrer, au moment où on le désire, le sang de l'artère dans le tube de verre recourbé E D C. Comme le sang se coagulerait à l'intérieur de ce tube, on a eu le soin de placer préalablement dans la partie I du tube un peu de sulfate de soude, sel qui empêche la coagulation du sang. Quand on ouvre le robinet, le sang venant de l'artère pénètre dans le tube de verre recourbé E D I C, et rencontre le mercure. En vertu de la pression dont il est animé, ce sang presse la colonne de mercure I B, de sorte que le mercure s'élève dans la branche droite D E. Selon la hauteur à laquelle la colonne de mercure s'élève le long de l'échelle graduée E, placée sur une planchette le long de ce tube, on juge de la force de tension du sang dans l'artère mise en expérience.

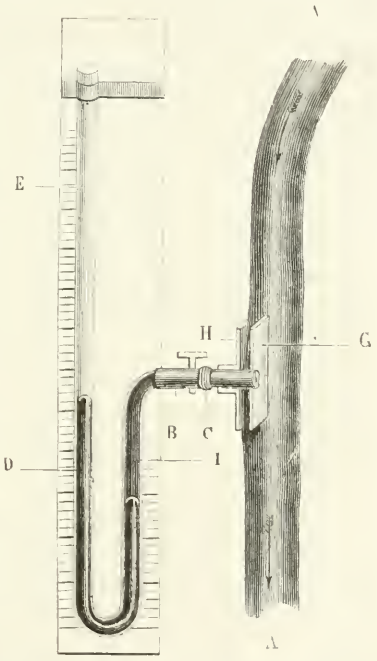


Fig. 48. Appareil pour mesurer la force d'impulsion du sang dans les artères ou hémo-dynamomètre de Poiseuille.

Les deux petites plaques métalliques G H, que l'on voit fixées perpendiculairement à l'ajutage, peuvent être rapprochées ou écartées l'une de l'autre, au moyen d'une vis à virole C. La paroi de l'artère A A est comprise entre ces deux plaques. En tournant la virole de la vis C, on serre donc les deux parois de l'artère entre ces deux plaques, et on maintient ainsi le vaisseau

comprimé au degré que l'on désire, en même temps que l'on empêche le sang de s'écouler ailleurs que dans le tube E D C.

Cette dernière disposition, qui n'existait pas dans l'appareil de Poiseuille, est un perfectionnement qui a été imaginé, de nos jours, par MM. Ludwig, Spengler et Valentin.

Quand on mesure, avec l'hémo-dynamomètre de Poiseuille, la pression du sang dans une artère, on trouve que cette pression peut élever la colonne mercurielle de 15 centimètres environ. Le sang exerce donc sur une surface donnée d'artère une pression représentée par cette surface multipliée par le poids d'une colonne de mercure de 15 centimètres de hauteur. Par des calculs que nous omettons ici, on arrive à conclure qu'une pression de 215 grammes s'exerce sur chaque centimètre carré de la surface intérieure d'une artère à sa sortie du cœur. Cette pression représente, selon Poiseuille, un poids de 2 à 3 kilogrammes.

Poiseuille a constaté que l'âge, le sexe, le tempérament, les passions, le mouvement, les maladies, font varier à chaque instant la force du cours du sang dans les artères; mais, selon le même savant, dans l'état habituel, la tension du sang dans les artères ne dépasserait pas 2 à 3 kilogrammes.

Les mouvements du cœur sont accompagnés de phénomènes particuliers, que nous devons signaler. Des changements de forme et de consistance de cet organe, un bruit particulier et un choc contre les parois de la poitrine, coïncident avec les mouvements du cœur. Pendant la systole, les parois des ventricules du cœur se resserrent, se rident, et éprouvent comme un frémissement ou une palpitation. Le cœur se courbe, la pointe en avant. En d'autres termes, le cœur se raccourcit.

Ce raccourcissement du cœur pendant la systole des ventricules avait été nié par les anciens physiologistes, par Vésale entre autres, et l'imposante autorité de ce grand anatomiste entraîna dans la même erreur Riolan et un grand nombre de ses contemporains. Bien plus, quelques physiologistes ont prétendu que le cœur s'allonge pendant la systole.

D'autres ont soutenu, par un *mezzo termine*, que, pendant la systole, le cœur ne s'allonge ni ne se raccourcit.

On ne peut cependant mettre en doute la diminution de longueur du cœur, de sa base vers sa pointe. En effet, si le cœur s'allongeait, les valvules *tricuspide* et *mitrale* ne pouraient rem-

plir les usages auxquels elles sont destinées, puisque les colonnes charnues, dont les tendons s'attachent à leurs bords, les retiennent appliquées contre les parois des ventricules. Ajoutons que Sénac, Wolle, Gerdy, ont prouvé que le cœur est formé d'anses charnues dont les extrémités sont dirigées vers la base et le milieu vers la pointe. De cette disposition résulte nécessairement le racourcissement du cœur quand ses fibres se contractent.

Quand on met la main sur le côté gauche de la poitrine, on sent, dans l'intervalle qui sépare les cartilages des cinquième et sixième côtes gauches, une percussion manifeste. C'est ce que l'on appelle les *battements du cœur*. D'où provient cette percussion? De ce que, chaque fois que les ventricules se contractent, la pointe du cœur vient heurter les parois de notre poitrine.

Le fait du déplacement du cœur et du choc qu'il produit, en venant heurter les parois de la poitrine, est hors de doute. Harvey l'observa le premier sur le vicomte de Montgomery, jeune seigneur de la cour du roi d'Angleterre Charles Ier, qui dans son enfance avait perdu plusieurs côtes, à la suite d'une blessure. Le vicomte de Montgomery, qui avait dix-neuf ans lorsque Harvey l'observa, portait sur la poitrine une plaque métallique qui recouvrait son cœur, car cet organe ne se trouvait défendu que par une enveloppe membraneuse, apparente à l'extérieur. Harvey vit très-bien ainsi qu'à chaque contraction des ventricules le cœur se portait en avant, puis rentrait, comme au fond de sa loge.

En 1856, le docteur Bamberger fut appelé pour un homme qui venait de s'enfoncer un couteau dans la poitrine, au-dessous du cœur. Le doigt introduit dans la plaie sentait, à chaque contraction des ventricules, la pointe du cœur, et la sensation de ce contact disparaissait pendant la *diastole*.

Si le fait du choc du cœur contre les parois costales est indiscutable, il en est autrement de la cause de ce phénomène. Depuis un siècle on discute sur la véritable cause de la projection du cœur en avant, projection qui fait que le cœur vient heurter les parois costales et produire les *battements* de cet organe. L'opinion qui paraît aujourd'hui la plus probable est aussi la plus simple. Elle consiste à admettre que le déplacement du cœur tient à ce que les contractions des ventricules, lançant l'ondée de sang contre les courbures de l'aorte et de l'artère pulmonaire, le flot

liquide tend à redresser les courbures de ces deux vaisseaux, et que dès lors le cœur tout entier, qui est comme suspendu à l'artère aorte, se trouve entraîné par la réaction de ce mouvement, et se porte en bas et en avant.

On s'est demandé si les parois du cœur expulsent, à chacune de leurs contractions, la totalité du sang contenu dans le ventricule ou dans l'oreillette. Haller, conformément à sa doctrine de l'*irritabilité*, considérait le sang comme le stimulant du cœur, et professait que, sous l'influence de cette irritabilité, les cavités du cœur se vidaient entièrement à chaque contraction. Haller justifiait son opinion par des expériences qu'il avait faites sur des grenouilles, et sur de jeunes poulets, animaux dont le cœur offre des parois demi-transparentes. Il était aisé de voir, grâce à cette translucidité, que le sang était entièrement expulsé du ventricule pendant la *systole*. Cependant l'opinion contraire a prévalu. On admet de nos jours que les ventricules, à chacune de leurs contractions, n'expulsent que le quart environ du sang qu'ils renferment.

Quelle est la quantité de sang que chaque contraction des ventricules pousse dans l'artère pulmonaire et dans l'aorte? On admet que 60 grammes de sang passent, à chaque contraction, dans chacun de ces deux vaisseaux. Cette évaluation n'est pourtant qu'approximative, car la quantité de sang lancée par le cœur, à chaque contraction, doit varier selon la force du sujet et les circonstances physiques ou morales où on l'envisage.

Quelle est enfin la coordination des mouvements du cœur? Quel est le rhythme auquel ses mouvements obéissent? On regarde aujourd'hui comme bien démontré:

1° Que les deux oreillettes se contractent ensemble;

2° Que les deux ventricules se contractent également ensemble;

3° Que la *systole* des oreillettes répond à la *diastole* des ventricules, et *vice versâ*.

On a voulu pousser beaucoup plus loin la connaissance du phénomène des battements du cœur, et en le soumettant à une étude toute spéciale, on est arrivé à distinguer plusieurs *bruits*, dont la médecine tire parti pour le diagnostic des affections du cœur.

Quand on écoute attentivement les bruits du cœur, on reconnaît qu'ils se composent de plusieurs bruits distincts, ne s'exécutant pas tous à la fois. Un intervalle sépare ces bruits, et c'est ce qui produit le *tic-tac* que chacun connaît. Il est évident que si ces deux bruits retentissaient ensemble, ils se confondraient, et qu'on n'en distinguerait qu'un. Il y a donc deux bruits, séparés chacun par un intervalle, c'est-à-dire deux bruits et deux intervalles.

Deux bruits séparés par deux intervalles représentent quatre *temps*. Les auteurs de traités de physiologie caractérisent à peu près ainsi ces quatre temps.

Premier temps : *Systole* des oreillettes, coïncidant avec la *diastole* des ventricules.

Deuxième temps : Repos très-court, correspondant à la fin de la *systole* des oreillettes et de la *diastole* des ventricules, et précédant la *systole* des ventricules.

Troisième temps : *Systole* des ventricules, correspondant à la *diastole* des oreillettes.

Quatrième temps : Très-long repos du cœur, séparant la *systole* des ventricules de la *systole* des oreillettes.

La durée des trois premiers temps est très-courte et à peu près égale. Le quatrième temps (le repos du cœur) est le plus long. Il serait impossible de soumettre sa durée à une détermination bien rigoureuse, car elle varie selon de nombreuses et diverses circonstances.

Les *temps* que l'on distingue dans les mouvements du cœur, coïncident avec les bruits que fait le cœur en exécutant ses mouvements. Le premier bruit, ou le bruit sourd, correspond à la *systole* des ventricules, le second répond à leur *diastole*.

L'existence et la durée relative de ces quatre *temps* dans les contractions du cœur furent parfaitement mises en évidence par l'observation curieuse faite par Cruveilhier d'un malade chez lequel, à la suite de la perte de la partie antérieure des côtes gauches, le cœur était mis à nu : de sorte que l'on pouvait parfaitement voir ses mouvements, et constater qu'ils étaient séparés chacun par un intervalle de repos. Le chirurgien Follin, après Cruveilhier, a fait la même observation sur un enfant qu'il observa, ainsi que nous l'avons dit plus haut, dans les mêmes conditions, c'est-à-dire dont le cœur était en partie visible au dehors.

Passons au rôle que remplissent les artères et les veines dans le phénomène général de la circulation du sang.

Artères. — L'aorte, c'est-à-dire l'énorme vaisseau qui part du ventricule gauche du cœur, et qui, se recourbant peu après, forme l'arc connu sous le nom de *crosse de l'aorte*, est le tronc originaire de la plus grande partie des artères qui parcourent la profondeur et les divers plans du corps humain.

L'aorte, peu après sa sortie du cœur, se divise en plusieurs branches, qui envoient partout de nombreux rameaux. Les divisions et subdivisions de l'aorte prennent des noms différents selon les parties du corps auxquelles elles se distribuent. L'artère carotide, située dans la région du cou, est une des divisions de l'aorte; l'artère brachiale est une des divisions de l'artère principale qui sillonne le bras.

La planche coloriée qui accompagne ces pages fait voir très-nettement les divisions et subdivisions des artères, avec les noms qu'elles portent. Sur la même planche se voient, avec leurs noms, les veines, qui sont différenciées par leur couleur bleue, des artères, coloriées en rouge.

Les artères sont composées de trois tuniques superposées. La plus extérieure, très-extensible, résulte de la condensation de lames du tissu cellulaire: c'est la *tunique celluleuse*. La seconde, ou *tunique jaune*, est essentiellement élastique, dure, épaisse, et jouit d'un pouvoir de contractilité qui rappelle, mais à un plus faible degré, la contractilité des parois du cœur. La troisième tunique, ou *tunique interne*, est composée d'une membrane *séreuse*.

Il faut admettre, lors même que l'anatomie n'en démontrerait pas l'existence, qu'il y a dans la tunique jaune des artères une certaine puissance de contractilité. Il serait impossible d'expliquer sans cela la progression rapide et continuelle du sang à l'intérieur des artères.

La *tunique jaune*, dont l'élasticité joue un rôle fondamental, est proportionnellement plus épaisse dans les rameaux que dans les branches, et dans les branches plus que dans les troncs. Elle est fibreuse, dure et sèche. Quand on lie une artère après une opération chirurgicale, c'est surtout cette tunique qui se rompt sous la pression du lien qui détermine l'obturation interne du calibre du vaisseau. La tunique extérieure, ou *tunique celluleuse*, s'étend et ne se rompt pas.

La tunique interne, ou *tunique séreuse*, mince et analogue à

Vaisseaux capillaires. — On comprend facilement, d'après ce qui précède, comment le sang circule dans les ramifications de l'arbre artériel. Mais la circulation continue activement dans le réseau des vaisseaux capillaires artériels, lesquels, se trouvant en communication avec le système capillaire veineux, établissent la continuité du cercle circulatoire. Comment le sang peut-il cheminer dans ces petits vaisseaux, si éloignés de l'organe central de la circulation ?

L'explication de la circulation du sang dans les capillaires est un des points les plus difficiles de la physiologie. Le diamètre intérieur des vaisseaux qui terminent les artères est tel-

Fig. 50. Réseau capillaire vu au microscope, avec un grossissement de 100 diamètres.

a. Artère capillaire. — *v*. Veine capillaire. — *c*. Veine plus grosse, placée au-dessous.

lement petit qu'on ne peut l'apprécier à l'œil nu. On ne peut rendre visibles les vaisseaux capillaires à la vue simple qu'en poussant dans une branche artérielle voisine du réseau capillaire une injection de matière fluide colorée en rouge par le minium. La matière de l'injection, remplissant ces petits vaisseaux, fait apparaître le lacis infini de leur réseau, se détachant, avec sa couleur rouge, sur le fond du tissu.

Nous représentons dans la figure 50 le *réseau capillaire*, c'est-à-

dire la terminaison des artérioles au sein des tissus, et le commencement des veinules. Le microscope a grossi l'aspect de ce réseau vasculaire, qui n'est nullement discernable pour nous, en raison des dimensions infiniment réduites auxquelles arrivent les *artérioles* et les *veinules*, pour composer le réseau capillaire sanguin.

Il faut admettre, pour expliquer la progression du sang dans les vaisseaux capillaires, que ces vaisseaux sont doués d'une contractilité comparable à celle des artères, et qu'en outre l'impulsion du cœur se fait sentir jusqu'à eux. Cette contractilité des vaisseaux capillaires n'était pas mise en doute par Bichat, et les expériences des physiologistes modernes ont confirmé le fait.

Les capillaires doivent jouir d'une force de contraction assez intense, puisque cette force provoque, non-seulement la progression du sang dans leur propre réseau, mais le passage de ce même sang dans les veinules qui font suite au réseau capillaire. Mais cette force, comment l'évaluer? Toutes les recherches faites pour arriver à cette détermination sont restées inutiles.

Un certain mystère plane donc, en définitive, sur la cause réelle du mouvement du sang dans les capillaires et sur l'intensité de cette force. Cette fois encore, nous nous heurtons à un problème qui paraît insoluble par les seules lumières de l'expérience et du raisonnement, et nous sommes obligés de reconnaître que, comme la contraction du cœur et celle des artères, la contraction des vaisseaux capillaires est de nature essentiellement vitale.

Veines. — Quel est le rôle que jouent les veines dans le phénomène général de la circulation du sang? Nous venons de dire que le sang passe des vaisseaux capillaires dans les veines. Les veines le rapportent au cœur.

Cette marche du sang veineux de l'extérieur vers l'intérieur, c'est-à-dire de la périphérie du corps au centre, est d'ailleurs bien connue. On la comprend parfaitement quand on voit pratiquer une saignée. Chacun sait que, pour pratiquer une saignée au bras, on commence par serrer fortement le membre. On voit alors les veines superficielles du bras apparaître et se gonfler. Mais quelles sont les veines qui se gonflent? Ce sont celles qui se trouvent *au-dessous* de la ligature, c'est-à-dire le plus loin du cœur, tandis que celles qui sont placées *au-dessus* du lien, c'est-à-dire plus près du cœur, demeurent vides de sang, et, par conséquent, invisibles. Pourquoi? Parce que le sang qui

marche de l'extrémité du membre vers le cœur, se trouve arrêté dans sa course par l'interposition de la ligature, et qu'il s'accumule au-dessous de cette ligature. Les veines situées au-dessus de la ligature n'apparaissent point, ne se gonflent point, parce que le sang qui les remplit d'ordinaire est arrêté dans son cours, et qu'elles ne peuvent d'ailleurs recevoir de sang par aucune autre voie. Si l'on ouvre, avec la lancette, la veine gonflée au-dessous de la ligature, le sang coule abondamment; mais si l'on piquait la veine au-dessus de la même ligature, on n'obtiendrait pas une goutte de sang.

Le cours du sang dans les veines est lent et uniforme. C'est le contraire de ce qui arrive pour les artères, à l'intérieur desquelles le sang coule rapidement et par saccades.

Il est facile de se convaincre de la différence du mode de progression du sang dans les veines et les artères, en ouvrant à la fois, sur un même animal, une artère et une veine. On voit alors la sang couler de l'artère par jets successifs et saccadés, qui semblent répondre à une impulsion agissant à de courts intervalles; tandis que la veine ouverte laisse le sang couler lentement, uniformément, et pour ainsi dire baver, par la petite plaie qu'a pratiquée la lancette.

Puisque le sang coule plus lentement dans les veines que dans les artères, il faut que les veines, qui rapportent le sang des artères, soient plus nombreuses que les artères elles-mêmes. La nature a pourvu à cette nécessité, plutôt en multipliant le nombre des veines qu'en accroissant leur volume. Il y a toujours deux veines, au moins, pour escorter une artère. C'est ce que l'on reconnaîtra en examinant la planche coloriée placée à la page 196, qui représente l'ensemble de la circulation artérielle et veineuse dans le corps humain.

Le sang marche d'autant plus vite dans les veines qu'il se rapproche davantage du cœur. Cela tient à ce que les veines, à mesure qu'elles se rapprochent du cœur, diminuent de capacité. Or la physique nous apprend qu'un liquide marche d'autant plus vite qu'il passe d'un tuyau plus large dans un tuyau plus resserré.

La nature protège les veines, comme les artères, contre toute offense extérieure ou intérieure. Si une veine doit traverser un muscle de part en part, l'orifice qui lui livre passage est protégé par un anneau tendineux.

Les anastomoses sont très-fréquentes entre les veines, sur-

tout à la partie superficielle du corps. De cette manière, si une cause quelconque vient à gêner le cours du sang dans la veine, la branche anastomosique peut suppléer à la branche principale qui fait défaut.

Les veines des membres inférieurs sont, comme nous l'avons déjà dit, pourvues, de distance en distance, de *valvules*, destinées à briser, d'espace en espace, la colonne de sang, et à empêcher le sang de peser contre les parois des veines les plus inférieures, surtout lorsqu'un obstacle vient contrarier l'ascension du sang et son retour au cœur.

Fig. 51. Valvules des veines.

La figure 51 représente la disposition et le groupement des valvules d'une veine.

Sans les valvules dont elles sont pourvues, les veines inférieures de la jambe seraient énormément distendues par le poids du sang. Quelquefois même, la précaution que la nature a prise d'assurer, au moyen de valvules, la circulation du sang dans les membres inférieurs, est insuffisante. On voit les veines de la jambe grossir considérablement, et donner lieu à ces dilatations veineuses anormales qui constituent les tumeurs sanguines désignées sous le nom de *varices* ou de *dilatations variqueuses*.

Pour combattre cette disposition fâcheuse, il faut tenir fortement serrées, au moyen de bas élastiques et compresseurs, les parties du membre dans lesquelles les veines se sont laissées ainsi distendre anormalement par l'effort du sang retardé dans son ascension.

Quelle est la cause de la progression du sang dans les veines ? Nous avons essayé de répondre à cette question en ce qui concerne les artères et les vaisseaux capillaires, et nous avons vu que cette réponse n'était pas facile. Ici la difficulté sera plus grande encore.

L'impulsion du cœur sur le sang s'arrête manifestement au réseau capillaire. Il est donc impossible qu'elle puisse s'étendre jusqu'aux veines. Cette première cause est dès lors écartée. On ne pourrait songer non plus à accorder une contraction propre aux veines. La tunique dure et fibreuse qui entre dans la composition des artères, existe dans les veines, mais elle n'est point élastique.

On admet généralement que le sang est poussé dans les veines par l'action des capillaires. Les ondées successives des capillaires se transmettent aux veines. Une certaine élasticité, — nous ne dirons pas contractilité — de la tunique veineuse, seconde ces mouvements. Les valvules qui sont tendues à l'intérieur des veines des membres inférieurs, facilitent le cours du sang, qu'accélère encore — notons-le en passant — la compression des muscles environnants.

Toutes ces causes réunies ne suffiraient pas pourtant à expliquer la progression du sang dans les veines, surtout lorsque le sang, s'élevant contre les lois de la pesanteur, se rend des membres inférieurs au cœur. Le docteur Brachet, de Lyon, voyait une autre cause de cette progression dans l'aspiration que produit le cœur pendant son mouvement de dilatation, ou sa *diastole*. Il est certain que la dilatation de l'oreillette droite du cœur, qui se répète un grand nombre de fois pendant des instants fort courts, provoque un véritable vide dans les canaux qui sont en rapport avec cette oreillette. L'effet qui se produit ainsi est celui d'une pompe aspirante. Quand on élève le piston d'une pompe aspirante, on produit un vide dans le cylindre et le canal qui lui fait suite. En d'autres termes, quand la cavité dans laquelle joue le piston s'agrandit par l'élévation de ce piston, le vide se produit. De même quand la *diastole* du cœur s'opère, il se fait un vide dans l'oreillette droite du cœur et dans les veines qui lui font suite, et par suite de ce vide, le sang, selon Brachet, est appelé au cœur des canaux les plus voisins.

Le physiologiste Barry a fait remarquer, en outre, que les mouvements de dilatation de la poitrine, pendant la respiration, opérant le vide dans cette cavité, aspirent, en quelque sorte, le sang veineux, et l'attirent au cœur droit.

Cette dernière cause paraît plus puissante que la précédente. P. Bérard l'adopte dans son *Cours de physiologie*. Les mouvements d'ampliation du thorax pendant l'inspiration doivent, en effet, produire un appel du sang dans les veines; mais il faut considérer aussi que l'expiration produit un résultat contraire.

On voit combien cette question est complexe, quand on veut l'étudier un peu de près.

En résumé, l'impulsion *à tergo* venue des capillaires, — l'élas-

ticité des tuniques veineuses, — les valvules qui, dans les membres inférieurs, s'abaissent lorsque le flot sanguin tend à redescendre par l'effet de la pesanteur, — la diastole du cœur, agissant comme une pompe aspirante, — enfin les mouvements d'ampliation du thorax, — voilà les causes multiples qui peuvent expliquer la marche du sang dans les veines, en réservant toujours, bien entendu, la cause supérieure, la cause vitale qui imprime l'effort primitif aux contractions du cœur et des tuniques vasculaires de différents ordres.

On démontre très-facilement, par une expérience très-élégante, le fait de la circulation générale du sang sur un animal vivant.

On étale sur le porte-objet d'un microscope, grossissant une centaine de fois, le poumon d'une grenouille vivante, poumon que l'on a extrait en partie du corps de l'animal, par une incision à la poitrine L'œil, armé du microscope, fait alors apercevoir un des plus curieux spectacles qu'il soit donné à l'homme de contempler : à savoir, le sang circulant dans les vaisseaux d'un être vivant! On distingue les artères à la rapidité du cours du sang qui les traverse, et les veines à la lenteur de la progression du sang. On distingue même parfaitement les globules du sang dans les artères et les veines.

Lorsque le Dr Donné, mort en 1878, après avoir occupé longtemps les fonctions de recteur de l'Académie de Montpellier, faisait, en 1850, à l'École pratique de la Faculté de médecine de Paris, ses cours de *microscopie*, la circulation du sang sur un animal vivant était le spectacle qui excitait le plus l'intérêt des élèves et des docteurs qui suivaient ce cours, et au nombre desquels je me trouvais. Du temps de M. Donné, nous examinions la circulation du sang dans la membrane étalée de la patte de la grenouille. Il paraît que le poumon du même Batracien se prête mieux encore à ce genre d'examen. On a essayé, dans la figure 52, de reproduire cet intéressant tableau.

Nous venons d'exposer le mécanisme général de la circulation du sang dans toute l'étendue du corps humain. Ces notions sur la circulation du sang et sur les causes qui la provoquent, expliquent un grand nombre de faits connus de tous nos lecteurs. Ils rendent compte, par exemple, de ce que l'on nomme commu-

nément le *pouls*. Qu'est-ce, en effet, que le pouls? C'est le résultat de l'impulsion communiquée au sang artériel par le mouvement de contraction du ventricule gauche du cœur, impulsion qui se transmet de proche en proche, dans tout l'arbre artériel, et se fait sentir dans les artères d'un certain calibre.

Le gonflement de l'artère provoqué, d'une manière intermittente, par le choc du sang contre ses parois, constitue le *pouls* (du latin *pulsus*, pulsation).

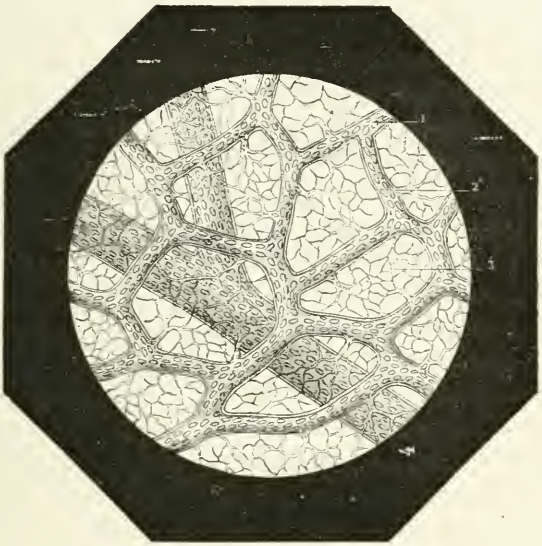


Fig. 52. Vue, au microscope, du sang en état de circulation, laissant apercevoir les gobules sanguins.

1. Réseau artériel. — 2. Ramuscule artériel. — 3. Réseau capillaire artériel et veineux. — 4. Veinule, vue sur le second plan.

Le pouls correspond donc à la *systole* du ventricule gauche du cœur, et il est déterminé par cette contraction.

Puisqu'il est déterminé par les mouvements du cœur, le pouls doit subir toutes les modifications du rhythme du cœur; et comme le cœur est l'organe qui traduit le mieux l'état général de l'économie, les pulsations artérielles doivent servir d'indice précieux pour deviner la nature des troubles internes de l'économie. Le pouls est donc la *boussole du médecin*.

Le nombre des pulsations d'une artère est, chez un adulte, de

75 à 80 par minute. Chez le nouveau-né, le pouls bat 140 fois par minute.

L'habitude est prise d'explorer les pulsations artérielles en posant le doigt sur l'artère du poignet (artère radiale), parce que cette artère est superficielle et bien placée pour l'usage pratique. Mais l'artère carotide située le long du cou, et qui est tout aussi superficielle, pourrait être adoptée avec les mêmes avantages, pour tâter le pouls.

Ceci est la manière banale, vulgaire, de tâter le pouls, celle qui a suffi à la constitution et aux progrès de la médecine, de la chirurgie et de la physiologie, depuis Hippocrate jusqu'à nos jours. Il est une manière à plus hautes visées, une manière scientifique, pour ainsi dire, de tâter le pouls, qui est la propre invention de notre siècle. Nous la signalerons, moins en raison de son utilité réelle, que comme une occasion de caractériser l'esprit de la physiologie moderne, qui s'efforce d'introduire dans l'étude des fonctions de la vie l'usage des instruments de mesure empruntés aux sciences exactes.

On appelle *sphygmomètre* ou *sphygmographe* (de σφυγμός, pouls), mots également grecs et également rébarbatifs, un instrument qui permet d'enregistrer sur le papier les mouvements du pouls.

L'invention de cet instrument est due à un médecin de Paris, le docteur Hérisson, qui le fit construire, en 1833, par un horloger de la même ville, M. Paul Garnier.

Le sphygmomètre de MM. Hérisson et Paul Garnier se composait d'un tube de verre, d'un diamètre très-petit, contenant du mercure et assez semblable à un thermomètre. Seulement, le réservoir de ce faux thermomètre était formé d'une membrane élastique, telle qu'un morceau de peau de gant, une peau ordinaire, un morceau de vessie. Quand on appliquait au poignet, sur l'artère radiale, le réservoir de l'instrument muni de cette membrane élastique, les pulsations de l'artère soulevaient le mercure d'une manière saccadée et correspondante au mouvement du pouls. Par l'effet de ces impulsions, le mercure s'élevait dans le tube, et traduisait, par ses oscillations, la marche du sang dans l'artère.

C'était donc une manière de *voir* le pouls, au lieu de le sentir par le tact, et l'on conçoit que ce moyen d'opérer fût précieux

lorsqu'il s'agissait de soumettre, en peu de temps, un grand nombre d'individus à l'exploration du pouls.

Aussi un médecin polonais, le Dr Poznanski, put-il, en 1857, se servir du sphygmomètre de Hérisson pour tâter le pouls à un régiment tout entier de la garde impériale de Saint-Pétersbourg, et à trois cents détenus d'une prison à Vilna, en Pologne[1].

Cependant le sphygmomètre de Hérisson et Paul Garnier était peu sensible. Il fut perfectionné d'une manière remarquable par un physiologiste allemand, M. Vierordt, qui ajouta à l'instrument primitif un mouvement d'horlogerie, servant à dérouler un ruban de papier, sur lequel s'inscrivent les indications d'un petit levier en rapport avec l'artère.

M. Marey, professeur de physiologie à la Faculté des sciences de Paris, adoptant le sphygmographe de Vierordt, y apporta quelques modifications et lui donna la forme qu'il présente aujourd'hui.

Le sphygmographe, tel qu'on le construit aujourd'hui, se compose d'un long levier que l'on applique sur l'artère radiale, comme s'applique le doigt d'un médecin sur cette même artère pour l'exploration du pouls. A l'extrémité de ce long levier se trouve une pointe verticale armée d'un crayon, qui est en rapport avec une feuille de papier, se déroulant par l'effet d'un mouvement d'horlogerie. Tous les mouvements du pouls sont ainsi inscrits sur le papier tournant, au moyen de lignes et d'angles, plus ou moins aigus, tracés par le crayon. Ces lignes et angles, traduits ensuite par l'observateur, représentent les mouvements du pouls du patient.

Ce serait sortir du cadre de cet ouvrage que d'insister sur cette *artériographie*, qui sans doute a son utilité dans les recherches des laboratoires, mais qui, n'étant que du dilettantisme physico-médical, intéresse peu nos lecteurs. D'ailleurs, au mois de juillet 1878, les résultats acquis à la physiologie par l'emploi du sphygmographe ont été fortement battus en brèche, devant l'Académie de médecine, par M. Colin (d'Alfort), dont l'autorité en physiologie ne saurait être mise en doute.

Les notions exposées plus haut concernant le pouls expliquent parfaitement d'avance ce que c'est que la saignée. Elles font

1. Voir notre *Année scientifique*, 2e année (1858), pages 304-306.

comprendre que la saignée se pratique sur les veines et non sur les artères. Si, pour tirer du sang à un malade, on ouvrait une artère, on produirait une hémorrhagie dangereuse ; le sang s'échapperait rapidement et par saccades. On aurait beaucoup de peine à arrêter l'écoulement sanguin, et la plaie de l'artère serait très-difficile à guérir. Si l'on ouvre la veine, on n'a rien de semblable à redouter.

Nous avons déjà expliqué que, pour pratiquer une saignée, il faut comprimer la région parcourue par la veine, et que l'on voit alors les veines se gonfler *au-dessous* de la ligature, parce que le sang des veines remonte des extrémités vers le cœur.

La plaie produite à une veine, quand on a pratiqué la saignée, se ferme rapidement, parce qu'il n'entre pas dans la composition des veines cette substance fibreuse et dure qui constitue essentiellement le tuyau artériel.

L'habitude est prise de pratiquer les saignées à la veine du pli du bras. Mais les anciens médecins ne s'en tenaient pas, comme ceux d'aujourd'hui, à pratiquer la saignée au bras. On saignait fréquemment aux veines du pied, même aux veines du cou, et les points où l'on exécutait la saignée avaient leur justification dans les idées des praticiens de ce temps. Aujourd'hui, la médecine s'étant, à tort ou à raison, beaucoup simplifiée, on n'a plus de ces préférences, et ce n'est que dans des occasions très-rares, du moins en France, que l'on s'avise de saigner aux veines du pied. En Italie, où la saignée est toujours en grande faveur, la saignée de la veine du pied (saphène) se pratique assez fréquemment.

Les causes morales, physiques et pathologiques ont une action directe et prompte sur le rhythme des mouvements du cœur. L'influence que les émotions et les passions vives exercent sur les battements du cœur, est d'ailleurs bien connue. Notre cœur active ses pulsations et s'agite, pour ainsi dire, dans notre poitrine, sous l'influence des passions subitement excitées. Dans la colère, le cœur bat tumultueusement, et frappe avec force les parois pectorales. Au contraire, sous le coup d'une frayeur subite, le cœur ralentit extraordinairement ses mouvements, et si la terreur est portée à son comble, elle détermine la *syncope*, c'est-à-dire la suspension complète des battements du cœur, état voisin de la mort.

L'étroite sympathie qui existe entre le cerveau et le cœur, explique l'influence des émotions morales sur l'accélération ou le ralentissement des battements du cœur.

C'est par des raisons du même ordre que nos tissus pâlissent ou rougissent successivement, par l'effet des impressions morales. Que se passe-t-il quand une vive rougeur vient empourprer notre visage, ou lorsque, à l'inverse, une pâleur subite envahit nos traits? L'afflux du sang, dont la couleur est appréciable à travers la faible épaisseur et la transparence de la peau, explique la rougeur qui envahit, dans ce cas, nos tissus organiques, comme la suspension momentanée de l'arrivée du sang explique leur pâleur. Ce sont donc les dispositions de l'âme réagissant sur le cours du sang dans le cœur et les vaisseaux, qui provoquent la coloration de la face. Notre visage rougit quand notre cœur précipite ses battements; il pâlit et se décolore quand la frayeur concentre à l'intérieur le mouvement du sang.

Le froid, qui refoule le sang de la surface du corps à l'intérieur, et l'empêche de pénétrer dans les capillaires, produit la décoloration de la peau. L'air froid de l'hiver, la douche froide lancée sur le corps en état de transpiration, font pâlir la peau, en crispant, en resserrant les vaisseaux capillaires des tissus extérieurs, et refoulant le sang dans les viscères profonds de l'abdomen et de la poitrine. Les maladies qui ralentissent le cours du sang et empêchent son arrivée à l'extrémité des vaisseaux artériels, produisent également la pâleur du visage. Au contraire, la chaleur, l'application de substances excitantes, tout ce qui appelle le courant sanguin à l'extérieur du corps, colore la peau, en remplissant son réseau capillaire sanguin.

HISTOIRE DE LA DÉCOUVERTE DE LA CIRCULATION DU SANG.

Nous terminerons ce chapitre par un coup d'œil jeté sur l'histoire de la découverte de la circulation du sang. Cette découverte a exercé une si grande influence sur les progrès de la physiologie, et marqué une date si importante dans les progrès de l'esprit humain, que nous ne pouvons nous dispenser de dire quelles voies successives elle a parcourues avant d'apparaître au jour, et de rappeler les noms des hommes illustres qui ont contribué à nous la révéler.

L'organe qui préside à la circulation générale du sang, c'est-à-dire le cœur, étant d'une structure fort simple, n'étant autre chose, en définitive, qu'une machine hydraulique, une pompe aspirante et foulante, qui fonctionne dans l'économie animale, sous l'empire de la vie, on pourrait croire que le mécanisme de la circulation du sang a été connu de très-bonne heure par les médecins, les anatomistes, les physiologistes, et de très-bonne heure expliqué comme nous venons de le faire. Il n'en est rien pourtant. Ce n'est que par une très-longue suite d'efforts que l'on est arrivé à comprendre que le sang est en mouvement dans notre corps, et à assigner sa marche précise.

Ce n'est qu'au XVIIe siècle que fut découvert le mécanisme complet de la circulation du sang. Les anciens, on peut le dire, ont absolument méconnu ce phénomène vital. Hippocrate, qui a fait une étude si approfondie, si étonnante, des inductions que l'on doit tirer de l'exploration du pouls dans les maladies, savait assurément que le sang est en mouvement dans les vaisseaux; mais il se méprenait sur la nature de ce mouvement. Il croyait que le sang produisait à l'intérieur des veines une espèce de flux et de reflux, analogue à celui des flots de l'Océan. Il ne soupçonnait pas l'existence des artères! Aristote lui-même n'a jamais connu les artères.

Protagoras, Erasistrate, observèrent les premiers les artères chez les animaux; mais ils s'imaginèrent qu'elles étaient remplies d'air.

Il faut se hâter de dire, pour excuser les anciens d'avoir commis cette erreur, qu'il était presque impossible de ne pas la commettre, quand on se bornait à examiner les corps des animaux après leur mort. Ouvrez l'artère d'un animal mort, vous n'y trouverez rien : il n'y a pas trace de sang; il n'y a que des gaz. C'est qu'aux approches de la mort les dernières contractions des artères chassent tout le sang dans les veines, et que, le cœur cessant de se contracter, il n'arrive plus de sang dans les artères. On doit donc trouver les artères vides quand on ouvre le corps de l'homme ou d'un animal. Il faut nécessairement inciser une artère sur un animal vivant pour reconnaître que ce vaisseau est parcouru par du sang.

C'est ce que Galien fit le premier, et le premier il reconnut que les artères contiennent du sang. Malheureusement, pour expliquer qu'après la mort les artères étaient vides de sang,

Galien forgea toute une théorie, qui fut, par la suite, une cause de grands embarras pour la science.

Pour expliquer la présence du sang après la mort dans le ventricule gauche du cœur, Galien supposa qu'il existait dans la cloison interventriculaire du cœur, non pas précisément une perforation, mais une membrane poreuse, d'un tissu assez lâche pour laisser passer du ventricule droit dans le ventricule gauche, comme par une espèce de filtration, une partie du sang, la partie la plus subtile, la plus diffluente. Ce sang, disait Galien, est ensuite distribué dans les artères.

Galien distinguait parfaitement les artères des veines, quant à leur structure et quant à leurs fonctions. La composition et les usages du sang artériel étaient différents, selon Galien, de ceux du sang veineux. Le sang artériel avait, selon lui, pour fonction de porter partout le mouvement, la chaleur et la vie, et le sang veineux de servir à la nutrition des organes.

La doctrine de Galien, parfaitement édifiée, présentait toutes les apparences de la vérité. Cependant elle reposait sur une grande erreur anatomique, à savoir, l'existence d'une communication entre les ventricules droit et gauche du cœur.

Cette erreur resta longtemps accréditée. A l'époque de la Renaissance, Mundini, de Bologne, affirmait encore que la cloison interventriculaire est percée[1]. Ce fut Béranger, de Carpi, qui le premier osa élever des doutes sur ce fait. Après lui, l'illustre réformateur de l'anatomie de Galien, André Vésale, de Bruxelles, démontra que l'orifice admis depuis Galien par les anatomistes, dans la cloison interventriculaire du cœur, était pure chimère.

Cette observation d'André Vésale était toute une révolution en physiologie; elle mit promptement sur la voie du mécanisme réel de la circulation.

Il est bien étrange que la première mention du véritable mécanisme de la circulation du sang, ou du moins de la circulation du sang entre le cœur et le poumon, se trouve contenue dans un ouvrage de théologie. Michel Servet, qui périt victime du fanatisme religieux de Calvin, a écrit ces quelques lignes, qui résument parfaitement la *circulation pulmonaire*, ou *petite circulation*.

« La communication, le passage du sang du ventricule droit dans le ven-

1. Mundini, *Anatomia*, 1540, page 38.

tricule gauche du cœur ne se fait pas à travers la cloison interventriculaire, comme on le croit vulgairement, mais, par un long et merveilleux détour, le sang est conduit à travers le poumon, où il est agité, préparé, où il devient jaune, et passe de la veine artérieuse dans l'artère veineuse[1]. »

Ces lignes sont contenues dans un passage de l'ouvrage de Servet, *Christianismi Restitutio*, passage qui a surtout pour objet de prouver que l'âme humaine réside dans le sang. Il est perdu au milieu d'une foule d'arguments de l'épineuse controverse religieuse que Servet soutenait contre Calvin, et qui fut pour lui si fatale.

Michel Servet était né en 1509, à Villanueva, dans la province d'Aragon (Espagne). Il était fils d'un notaire, qui l'envoya à Toulouse pour étudier le droit. La réformation religieuse commençait alors à beaucoup agiter les esprits. Le jeune étudiant espagnol prit une large part au mouvement des idées nouvelles : il voulut combattre les dogmes de la Trinité chrétienne. Il jugea prudent toutefois d'aller publier en Allemagne les opuscules de polémique religieuse que cette idée lui inspirait.

Assez mal accueilli en Allemagne, il rentra en France, et résolut d'embrasser la carrière de la médecine.

Après avoir vécu quelque temps de leçons de mathématiques, il prit, à Paris, le grade de docteur en médecine. Il suivit les leçons de médecine de Sylvius et de Fernel, et publia à Paris, en 1537, un ouvrage de pharmacie, *Ratio syruporum* (*Traité des sirops*). Il étudia l'anatomie sous Jean Guinterus, et lui servit même de préparateur pour ses dissections, de concert avec André Vesale[2].

Il quitta Paris, au bout de quelques années, pour aller s'établir, d'abord à Vienne, ville du Dauphiné, située sur les bords du Rhône, ensuite à Lyon, où il exerça la médecine.

1. « Fit autem communicatio hæc, non per parietem cordis medium, ut vulgò creditur, sed magno artificio, à dextro cordis ventriculo, longo per pulmones ductu, agitatur sanguis subtilis ; à pulmonibus præparatur, flavus efficitur, et à vena arteriosa in arteriam venosam transfunditur. »

Ce qui veut dire que le sang passe de l'artère pulmonaire dans la veine pulmonaire. Du temps de Servet, on appelait *veine artérieuse* (vena arteriosa) l'artère pulmonaire, et *artère veineuse* (arteria venosa) la veine pulmonaire.

Voir dans l'*Histoire de la découverte de la circulation du sang* de Flourens (2e édition in-12, 1857, pages 265-279) divers extraits de la partie physiologique du livre de Servet.

2. *Harvey et la circulation du sang*, lecture faite à l'*Institution royale de la Grande-Bretagne*, traduit dans la *Revue scientifique* de M. Germer Baillière, du 8 juin 1878, page 1158.

Il cumulait la pratique de son art avec les fonctions de correcteur d'épreuves à l'imprimerie de Frellon, à Lyon. En cette qualité, il revit les épreuves d'une édition latine de la Bible de

Fig. 53. André Vésale.

Sanctes Pangin, corrigée d'après l'hébreu, à laquelle il ajouta une préface et des notes. Il publia également une traduction de la *Géographie de Ptolémée*.

Toujours inquiet toujours ambulant, Michel Servet résidait

tantôt à Charlieu, sur les frontières de la Bourgogne et du Beaujolais, tantôt à Lyon, sans pouvoir se fixer longtemps dans le même lieu.

Il était malheureusement toujours possédé de la manie des disputes théologiques. Ce fut pendant son séjour à Vienne qu'il commença à écrire à Calvin et contre Calvin. Ce commerce épistolaire, qui allait toujours en s'aigrissant, finit par élever entre ces deux hommes une haine furieuse. Calvin écrivait, en 1546, à son ami Farel que, si Servet mettait jamais le pied à Genève, il le ferait punir du dernier supplice. On sait que Calvin était alors tout-puissant en Suisse et qu'on l'appelait le *pape de Genève*.

Plutôt irrité que confondu par les arguments de Calvin, Michel Servet écrivit contre lui son célèbre ouvrage, *Christianismi Restitutio*, publié en 1553, dans lequel il attaque le dogme de la Trinité. C'est ce livre qui renferme les passages que nous venons de citer et dans lequel se trouve décrit le phénomène de la circulation du sang du cœur au poumon, ou ce qu'on appela plus tard la *petite circulation*.

Le livre de Michel Servet était contraire aux dogmes de la religion protestante, dont Calvin était le chef reconnu. Le fougueux réformateur dénonça Servet, qui, à partir de ce moment, devint l'objet des persécutions de tout le monde. Calvin le fit poursuivre juridiquement à Vienne, où il résidait; et tel était le crédit, même hors de France, du chef de la religion réformée, que, sur les dénonciations de Calvin, Michel Servet fut incarcéré à Vienne, en 1553. Cependant, grâce à ses amis, il put s'évader de prison, et il s'empressa de quitter la France.

Calvin fit instruire à Genève, par contumace, le procès de Michel Servet. Le tribunal de Genève rendit, le 17 juin 1553, une sentence par contumace, qui condamnait Michel Servet à être conduit sur un tombereau, avec ses livres, « en la place de Charnève, et illic bruslé tout vif à petit feu, tellement que son corps soit mis en cendres ».

Ce jugement contumace fut exécuté le même jour. Cinq ballots du livre de Servet, c'est-à-dire presque toute l'édition, que l'on avait fait saisir à Vienne, furent brûlés sur la place publique, au lieu et place du condamné.

Servet prit alors le parti de se retirer à Naples. Il se proposait d'exercer la médecine parmi les Espagnols qui habitaient cette ville. Nous avons dit qu'il était lui-même Espagnol de naissance.

Mais en se rendant en Italie il commit l'imprudence de passer par la Suisse et de traverser Genève. Il ne voulait y demeurer qu'une nuit et s'embarquer, le lendemain matin, sur le lac Léman, pour gagner Zurich. Mais les espions de Calvin avaient annoncé sa présence à Genève. Michel Servet fut arrêté, le 13 août, par

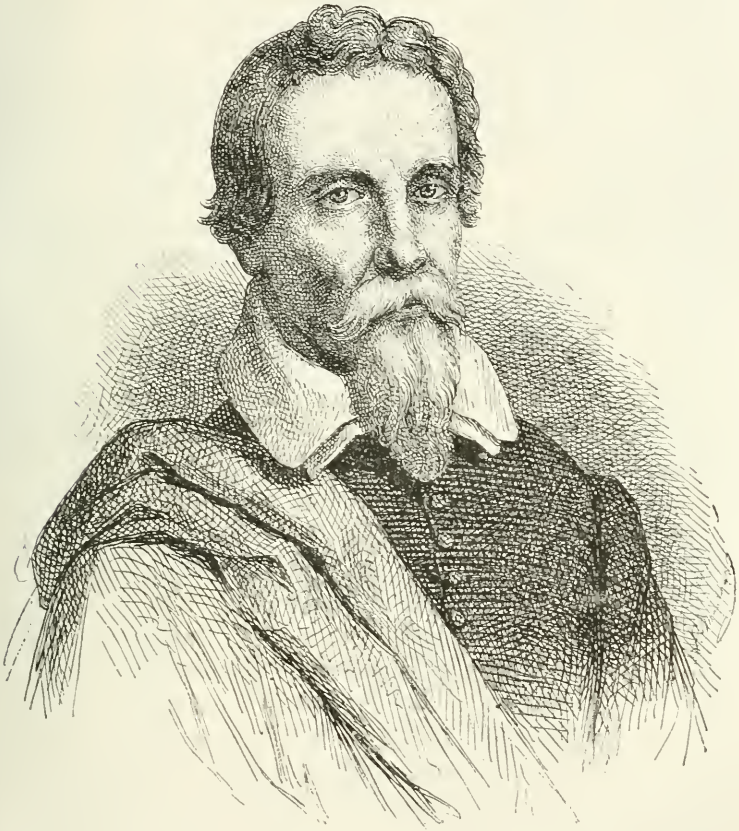


Fig. 54. Michel Servet.

ordre du premier syndic. On le dépouilla de l'argent et des objets de valeur qu'il portait avec lui, et on le jeta en prison.

Dès le lendemain, on commença la procédure, qui fut conduite sous l'inspiration de Calvin. Les syndics et les conseillers de la ville furent les juges chargés de prononcer dans l'accusation criminelle qui lui fut intentée comme hérétique.

Les magistrats de Genève crurent cependant devoir consulter les cantons protestants. Les cantons de Zurich, Schaffhouse, Bâle et Berne répondirent qu'il était de la plus haute importance de réprimer l'hérésie de Servet, mais ils ne conclurent pas formellement à la peine capitale.

La procédure suivit alors son cours régulier. Servet eut avec Calvin une conférence, qui se passa, de part et d'autre, en récriminations théologiques.

La sentence fut rendue par les syndics et juges des causes criminelles. Après avoir récapitulé tous les faits, et après avoir énuméré les épithètes de *démon* et de *cerbère à trois têtes*, que l'accusé appliquait à la Trinité, le jugement se termine ainsi :

« Toy, Michel Servet, condamnons à devoir être lié et mené au lieu de Champey, et là, devoir estre à un pilotis attaché et bruslé tout vif, avec ton livre, tant escrit de la main qu'imprimé, jusques à ce que ton corps soit réduit en cendres ; et ainsi finiront tes jours, pour donner exemple aux autres qui tel cas voudraient commettre. »

La sentence fut exécutée dans toute sa rigueur. Le 27 octobre 1553, Michel Servet fut brûlé vif comme hérétique. Farel, qui accompagnait et exhortait Servet pendant qu'il marchait au bûcher, ne put jamais obtenir du patient une renonciation formelle à sa doctrine théologique.

Servet, qui subissait cet horrible supplice, était âgé de quarante-quatre ans !

La bibliothèque nationale de Paris possède un exemplaire du livre de Servet, qui conserve encore la trace des flammes auxquelles il a échappé. Cet ouvrage, dont il n'a existé longtemps que deux exemplaires, celui de la bibliothèque de Paris et un autre de la bibliothèque de Vienne en Dauphiné, fut réimprimé plus tard à Nuremberg, page par page, sur l'édition originale.

Nous avons vu à la bibliothèque de la Faculté de médecine de Paris un exemplaire de ce livre, magnifiquement relié ; mais le savant bibliothécaire, M. le docteur Achille Chereau, n'a pu nous dire si c'est l'édition primitive de Vienne ou la réimpression faite à Nuremberg.

Le titre exact du livre de Servet est : *Christianismi Restitutio*, etc., qui a été ainsi traduit : *Restitution du christianisme, ou Toute l'Eglise apostolique rappelée à son origine, à la véritable et pure*

Fig. 55. Supplice de Michel Servet, brûlé vif à Genève, le 27 octobre 1553.

connaissance de Dieu, de la foi chrétienne, de notre purification, de notre régénération, de notre baptême et de la scène du Seigneur, enfin la restitution de notre règne céleste, la fin de la captivité impie de Babylone et la ruine finale de l'Antechrist. (Un volume in-8°, de 784 pages, imprimé à Vienne en Dauphiné, au commencement de l'an 1553.)

Au milieu de beaucoup d'idées très-confuses et scolastiques, et même de quelques assertions qui semblent être des concessions orthodoxes, Servet combat la divinité du Christ. Il attaque l'Eglise calviniste, et se prononce également avec force contre l'Eglise romaine, car il traite la messe d'*imitation babylonique* et de *cérémonie de Satan.*

Michel Servet, que la haine furieuse de Calvin jetait au bûcher, était protestant comme Calvin. Seulement il différait de vues avec lui quant aux dogmes de cette religion. Il était ce que nous appelons aujourd'hui *protestant libéral*, et Calvin *protestant orthodoxe.* Les mêmes haines existent de nos jours entre les *protestants libéraux* et les *protestants orthodoxes.* Seulement, les mœurs s'étant adoucies, on ne brûle pas, comme au seizième siècle, les protestants libéraux : les consistoires se contentent de faire destituer les pasteurs libéraux et de leur fermer les églises.

Disons, pour en revenir à la physiologie, que ce qui conduisit Michel Servet à la découverte de la circulation du sang du cœur au poumon, c'est le fait, qui avait été annoncé peu de temps auparavant par André Vésale, de la non-communication du cœur droit au cœur gauche. Puisque, pour passer du ventricule droit du cœur dans le ventricule gauche, le sang ne trouve pas d'ouverture libre, il est forcé de faire un détour ; il passe dans l'artère pulmonaire (ce que l'on appelait alors la *veine artérieuse*), comme on l'a vu dans la citation du passage du livre de Servet, traverse les poumons, et revient au cœur gauche par les veines pulmonaires.

Servet était parfaitement au courant des découvertes anatomiques récentes, puisqu'il avait été, avec Vésale, prosecteur d'anatomie de Jean Guinterus à l'École de Paris, comme nous l'avons déjà dit.

On comprend maintenant comment la première mention du fait physiologique de la circulation du sang du cœur au poumon, c'est-à-dire la *petite circulation*, se trouve consignée dans un ou-

vrage de théologie, et comment l'ouvrage et l'auteur furent, l'un après l'autre, brûlés, à la suite d'un jugement public.

Dix ans après la mort de Michel Servet, deux professeurs, l'un de l'Université de Padoue, Realdo Colombo, l'autre de l'Université de Pise, Césalpin, donnèrent la description de la circulation pulmonaire en des termes à peu près semblables à ceux que l'on trouve dans le livre de Servet. C'est dans l'ouvrage de Césalpin que fut prononcé pour la première fois le mot de *circulation du sang*.

Realdo Colombo fit cette découverte sans avoir eu connaissance du passage du livre de Michel Servet cité plus haut. En effet, ce livre, dont l'édition entière avait été brûlée à Genève, dans un auto-dafé digne du moyen âge, était alors entièrement inconnu, et les communications scientifiques entre les différents pays étaient d'ailleurs à cette époque rares et difficiles.

Quelques auteurs, tels que Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire et Flourens, ont voulu attribuer à Césalpin, non-seulement la description de la circulation pulmonaire, mais encore celle de la grande circulation. Les preuves à l'appui de cette opinion nous semblent bien insuffisantes pour enlever à Guillaume Harvey son plus beau titre de gloire. Sur quoi se fonde, en effet, cette revendication? Sur un passage que l'on trouve dans le livre de Césalpin *De Plantis*, ouvrage qui ne traite que de botanique et de classification végétale. Voici ce passage, que nous traduisons du latin.

« Nous voyons dans les animaux l'aliment être conduit par les veines au cœur, comme à l'officine de la chaleur. Lorsqu'il a reçu sa dernière perfection, il est distribué dans tout le corps par les artères. »

Il faut d'abord chercher ce que Césalpin veut dire par le mot *aliment*. On en trouve la signification dans un autre de ses ouvrages, qui fut publié à Venise dix ans plus tard, et qui a pour titre : *De quæstionum medicarum, etc.* Le botaniste de Pise entend par *aliment* ce que l'on entendait de son temps par ce mot, c'est-à-dire le sang venant du foie. Ainsi, de même que Servet, Césalpin savait que l'*aliment*, ou le sang venant du foie, ne traverse pas le cœur pour passer du ventricule droit dans le ventricule gauche; qu'il ne passe pas, comme l'avait affirmé Ga-

lien, par un trou percé dans la cloison interventriculaire, mais qu'il se rend du ventricule droit du cœur dans les poumons. Realdo Columbo avait déjà déclaré, dans son remarquable ouvrage *de Re anatomica*, publié en 1559, c'est-à-dire six ans seulement après la mort de Servet, que la cloison interventriculaire du cœur n'est point perforée, et que, par conséquent, tout le sang du ventricule droit est forcé d'aller traverser les poumons, pour parvenir au ventricule gauche. Césalpin, dans son ouvrage *de Plantis*, publié en 1583, bien des années après la publication de l'ouvrage de Colombo, décrit incidemment la circulation pulmonaire, en des termes qui ne font qu'exposer la doctrine de Colombo, sans y rien ajouter[1]. Disons toutefois que Césalpin ne cherche nullement à s'attribuer l'honneur de cette découverte.

Realdo Colombo serait donc l'anatomiste à qui reviendrait le grand mérite d'avoir, après Michel Servet, et par l'application de la découverte d'André Vésale, renversé la doctrine de Galien, c'est-à-dire prouvé l'existence de la circulation du cœur aux poumons, ou de la *petite circulation*.

Du reste, Ambroise Paré, dans un de ses ouvrages publié en 1579, parle de la circulation du sang du cœur aux poumons comme ayant été découverte par Realdo Colombo.

Cependant ni Michel Servet, ni Realdo Colombo, ni Césalpin, ne soupçonnèrent jamais l'existence de la grande circulation. Césalpin, dit-on, a parlé de la communication des artères avec les veines. Sans doute, mais il a parlé de ce phénomène comme l'avait fait Galien, en ne le considérant que comme un accident *qui ne peut se produire que pendant le sommeil*. Césalpin admet toujours, comme Galien, deux systèmes, veineux et artériel, totalement distincts l'un de l'autre.

On ne saurait contester à Guillaume Harvey le mérite de la découverte de l'ensemble de la circulation du sang. On savait déjà de son temps qu'il n'existe pas de communication entre le cœur droit et le cœur gauche, et que, par conséquent, il faut que le sang fasse un détour et passe par le poumon pour arriver au cœur gauche ; mais ce fait n'aurait pas suffi pour amener la découverte du véritable mécanisme du cours du sang à travers tout le corps humain.

Ce qui contribua à mettre Guillaume Harvey sur la voie vé-

1 Huxley. Article de la *Revue scientifique* du 8 juin 1878, page 1160.

ritable, ce fut la belle découverte, faite par son maître, Fabrizzio (Fabrice d'Aquapendente), des valvules des veines. Le célèbre professeur d'anatomie de Padoue découvrit, en 1574, l'existence de valvules dans les veines des membres inférieurs. Il remarqua très-bien que ces valvules, ou soupapes, s'ouvrent du côté du cœur, et, par conséquent, s'opposent au retour du sang vers les parties inférieures.

Le livre de Fabrice d'Aquapendente, intitulé *De venarum ostiolis*, parut en 1603[1].

La découverte des valvules des veines aurait dû mettre Fabrice d'Aquapendente sur la voie du grand phénomène de la circulation générale du sang. Fabrice constata le fait anatomique, mais il ne sut en tirer aucune conséquence pour la physiologie. Cette gloire était réservée à son élève Guillaume Harvey.

Né à Folkstone, le 1er avril 1578, Guillaume (William) Harvey s'était adonné, dès sa sortie de l'Université de Cambridge, à l'étude des sciences naturelles. Suivant la coutume excellente des savants de cette époque, il avait employé sa jeunesse à parcourir les pays où la science jetait le plus d'éclat. Il avait successivement visité la France et l'Allemagne. Fabrice d'Aquapendente (Fabrizzio) illustrait alors l'Université de Padoue par son enseignement et par ses travaux. Harvey se rendit à Padoue, en 1602, pour suivre les leçons de Fabrice d'Aquapendente. Ce fut certainement pour développer les conséquences de la découverte de Fabrice, c'est-à-dire des valvules veineuses, qu'Harvey s'adonna, à son retour en Angleterre, à l'étude approfondie de la circulation du sang.

C'est de 1613 à 1615 que Guillaume Harvey fit les nombreuses dissections d'animaux qui le conduisirent à sa découverte de la *grande circulation du sang*. Au mois d'avril 1615, il consigna par écrit, pour la première fois, ses idées sur cet important phénomène organique.

Tel fut le sujet de la lecture publique que Guillaume Harvey fut invité à faire devant les professeurs du Collège royal de Londres. Le roi Charles Ier voulut entendre de la bouche de Harvey l'exposition de sa découverte.

Pour répondre aux désirs du roi, Harvey fit plus d'une fois, en

1. *Opera omnia anatomica et physiologica* (édition d'Albinus). — *De venarum ostiolis*, p. 150.

sa présence et devant les médecins de l'Université et de quelques personnes de la cour, la démonstration de sa théorie (fig. 57).

Nous avons déjà dit qu'il y avait à la cour de Charles Ier un jeune gentilhomme, le vicomte de Montgomery, qui, à la suite d'une blessure, avait eu les côtes gauches emportées, de sorte que l'on pouvait voir son cœur à nu et en sentir les mouvements

Fig. 56. Fabrice d'Aquapendente.

en posant la main sur sa poitrine. Harvey profita, dit-on, de l'état du gentilhomme pour étudier les mouvements du cœur.

On a prétendu que Charles Ier autorisa son médecin à faire sur un criminel condamné à mourir la démonstration de la circulation du sang. Cette anecdote a servi de sujet à un tableau

peint par Fichel, en 1850, qui se voit dans le vestibule de l'Académie de médecine de Paris; mais elle est de tous points controuvée. Le fait du vicomte de Montgomery est le seul authentique, et c'est sans doute ce qui a donné naissance à la légende du criminel qu'Harvey ouvre vivant, pour montrer les mouvements de son cœur.

Les collègues de Harvey, c'est-à-dire les médecins du Collège royal de Londres, accueillirent avec beaucoup de chaleur la doctrine de la circulation du sang, et pressaient l'auteur de consigner sa découverte dans un ouvrage. Charles Ier exprimait le même désir. Mais Harvey résista à toutes les instances qui lui furent adressées de livrer immédiatement sa découverte à la publicité. Il eut le courage, avant de rien publier sur ses travaux, de passer quatorze années consécutives à répéter patiemment ses expériences, à étudier le problème sous toutes ses faces, à se poser à lui-même et à résoudre toutes sortes d'objections.

Lorsqu'il crut enfin avoir donné à sa découverte toute l'étendue désirable, il la consigna dans un livre, chef-d'œuvre de style et de clarté, qui fut imprimé à Francfort, en 1629, qui a pour titre : *De motu cordis et sanguinis circulatione*, et qui contient la démonstration du mécanisme complet de la circulation du sang.

Harvey expose dans ce livre les nombreuses expériences qu'il a faites sur les animaux de toutes les classes, et il établit que dans la contraction du cœur il y a trois faits à distinguer : 1° le cœur se contracte, de façon à diminuer dans son diamètre transversal et à augmenter dans son diamètre vertical ; 2° pendant sa contraction, les fibres du cœur se resserrent et cet organe donne à la main appliquée sur la poitrine la sensation d'un corps dur; 3° le cœur s'élève et vient frapper de sa pointe les parois de la poitrine : c'est ce qui fait sentir le battement au dehors.

Harvey démontre ensuite que le phénomène du *pouls* est dû à la dilatation des artères par l'effet de l'impulsion du sang, lancé par la contraction du ventricule gauche du cœur, et que le pouls suit le rhythme des contractions du cœur. On a, dit-il, la preuve de cette concordance, lorsque l'on ouvre une artère, car l'on voit le jet de sang se produire en même temps que chaque contraction du cœur.

Il prouve aussi que dans la contraction du cœur ce sont les oreillettes qui se contractent les premières. Les oreillettes en-

Fig. 57 Harvey montrant à Charles Ier et aux médecins du Collège royal de Londres le phénomène de la circulation du sang, sur une biche vivante.

voient dans le ventricule correspondant le sang qui les remplit, et le ventricule, à son tour, lance le flot sanguin dans les vaisseaux.

« J'ai la confiance, écrit Harvey, d'avoir trouvé que le mouvement du cœur se fait de cette manière : d'abord l'oreillette droite se contracte, et dans sa contraction elle lance dans le ventricule droit le sang dont elle abonde, comme étant la tête et la citerne du sang. Le ventricule étant rempli, le cœur en s'élevant tend aussitôt tous les muscles, contracte les ventricules et produit le pouls, par lequel le sang, continuellement envoyé de l'oreillette, est poussé dans les artères. Le ventricule droit le pousse vers les poumons, par ce vaisseau qui est appelé *veine artérieuse*, mais qui réellement par sa structure et tout son office est une artère ; le ventricule gauche pousse le sang dans l'aorte, et de là, par les artères, dans tout le corps. »

Harvey fait remarquer que lorsqu'on lie une veine et qu'on l'ouvre au-dessous de la ligature, on voit s'échapper un flot de sang. Si, au contraire, on ouvre la veine au-dessus du point oblitéré, on la trouve vide de sang.

Harvey déclare que la fonction des valvules des veines n'est pas, comme l'a dit Fabrice d'Aquapendente, d'empêcher l'arrivée d'une trop grande quantité de sang, qui pourrait distendre le vaisseaux, mais d'empêcher le retour du sang vers les parties qu'il a abandonnées. Il déclare que le cœur n'est pas un organe d'aspiration, mais un organe de propulsion, un *muscle creux*, lequel, en se contractant, envoie sans cesse, et avec une très-grande rapidité, le sang dans les artères. Le même sang revient ensuite au cœur, par les veines. Reproduisant la belle image d'Aristote, il compare le sang à l'eau qui circule éternellement entre le ciel et la terre.

« L'eau, dit Harvey, tombe sous la forme de pluie, pour féconder la terre, puis les rayons du soleil la ramènent dans l'atmosphère sous forme de vapeur ; elle s'y condense, et elle retombe de nouveau. De même le sang, chassé par le cœur dans les artères, porte partout la chaleur et la vie ; puis, vicié et refroidi, il retourne vers le cœur, qui le renvoie de nouveau vers les organes d'où il était parti. »

Les faits annoncés par Harvey étaient si nets, établis sur de si nombreuses preuves, qu'il semble que cette belle conquête de l'esprit humain aurait dû rallier immédiatement tous les suffrages et toute l'admiration de ses contemporains. Il en fut tout autrement. Cette découverte était si inattendue, elle choquait si manifestement toutes les notions reçues, qu'elle rencontra une résistance universelle. Presque tous les anatomistes, et parmi

eux, le plus célèbre, Riolan, que l'on nommait le *prince des anatomistes*, attaquèrent avec violence la découverte de Harvey. On ne craignait pas de la traiter de fausse et d'absurde.

Le successeur de Riolan au décanat de la Faculté de médecine de Paris, Guy Patin, ne laissait échapper aucune occasion de décocher quelque trait de son esprit mordant contre l'inventeur de la circulation du sang. On aime à vanter, comme très-spirituelles, les boutades de Guy Patin contre les partisans de la circulation. Quant à nous, elles nous ont toujours paru froides et sans portée. L'esprit ne peut briller là où manque la vérité, car l'esprit n'est que la gaieté du bon sens.

S'il est vrai qu'en France le ridicule soit une arme redoutable, il est vrai aussi que le trait qui tombe à faux, ricoche et vient frapper le plaisant mal inspiré. Guy Patin, en voulant tourner en ridicule la nouvelle découverte, ne fit que prêter à rire à ses dépens. C'est Guy Patin que Molière a dépeint, dans son *Malade imaginaire*, sous les traits de Diafoirus.

« Ce qui me plaît en lui, dit Diafoirus, en parlant de son fils Thomas, et en quoi il suit mon exemple, c'est qu'il s'attache aveuglément aux opinions de nos anciens, et que jamais il n'a voulu comprendre ni écouter les raisons et les expériences des prétendues découvertes de notre siècle touchant la circulation du sang et autres opinions de même farine ! »

Et Thomas Diafoirus ajoute, en présentant une grande thèse :

« J'ai contre les circulateurs soutenu une thèse, qu'avec la permission de Monsieur, j'oserai présenter à Mademoiselle, comme un hommage que je lui dois des prémices de mon esprit [1]. »

En nous dépeignant Guy Patin sous les traits de Diafoirus, Molière a suffisamment vengé Guillaume Harvey des injustes attaques du satirique doyen de la Faculté de Paris.

Le grand mérite des travaux du physiologiste anglais sur la circulation du sang, c'est qu'ils n'étaient que le résultat de l'observation et de l'interprétation des faits pris en eux-mêmes. La preuve la plus brillante en fut donnée après lui. Harvey, par ses expériences et ses raisonnements, avait été amené à admettre l'existence des vaisseaux capillaires dans l'intimité des organes. Il les avait devinés, car il ne les vit jamais. Ce ne fut que dix années après la mort de Harvey que Malpighi donna une magni-

1. *Le Malade imaginaire*, acte II, scène VI.

fique confirmation à la doctrine de la circulation générale du sang, en découvrant les vaisseaux capillaires, et constatant *de visu* le passage direct du sang artériel dans le réseau capillaire, passage que Harvey avait proclamé comme certain sans l'avoir vu. Le microscope, qui venait d'être construit en Hol-

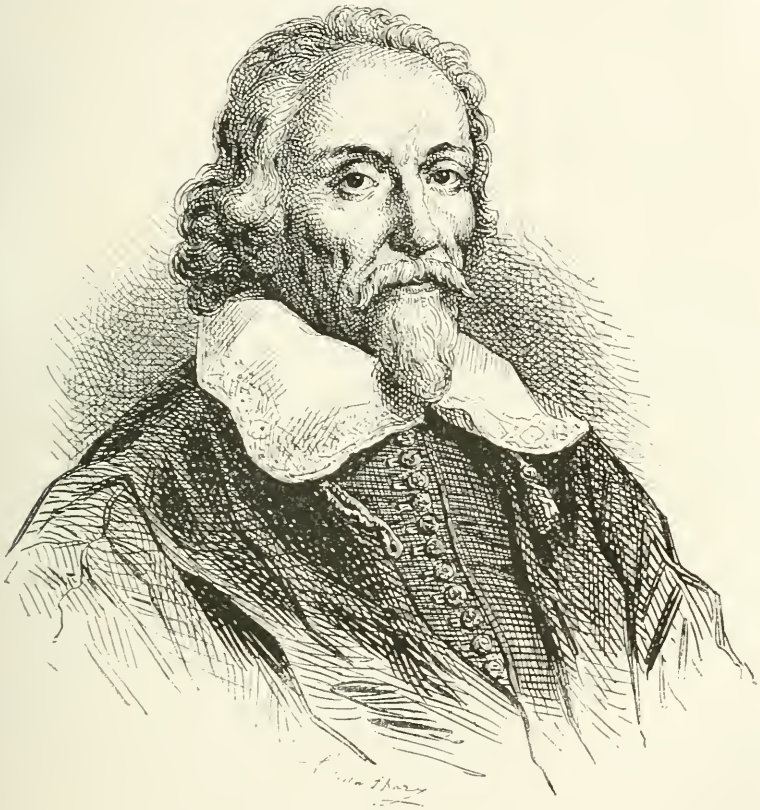


Fig. 58. Guillaume Harvey.

lande pour la première fois, avait permis à Malpighi de réaliser cette découverte fondamentale.

Aujourd'hui, la gloire de Harvey rayonne sans aucun nuage : on ne lui dispute pas la juste admiration que méritent sa persévérance et son génie. On a d'ailleurs ajouté dans notre siècle peu de chose à ses découvertes. Nous devons au physiologiste

anglais à peu près tout ce que nous savons touchant la circulation du sang dans le corps humain.

Guillaume Harvey mourut à Londres, le 3 juin 1657. Le Collège royal des médecins de Londres lui fit élever une statue de marbre dans la salle des actes. C'était un juste hommage rendu par ses contemporains à l'observateur et au savant qui avait opéré une révolution dans la physiologie générale.

IV

COMMENT ON RESPIRE

Objet de la respiration. — Mettre le sang veineux en contact avec l'air atmosphérique, pour le purifier, le révivifier et le changer en sang artériel. — Coup d'œil sur les dispositions organiques qui concourent à l'exercice de la respiration dans la série animale. — Organes de la respiration chez les zoophytes, les mollusques, les insectes, les poissons et les oiseaux. — Organes de la respiration chez l'homme : trachée-artère, bronches et poumons.

Phénomènes mécaniques de la respiration. — L'inspiration et l'expiration. — Agrandissement et resserrement de la poitrine par les muscles du thorax. — Action des côtes, du sternum, du diaphragme, etc. — Mécanisme de l'inspiration ordinaire, de la grande inspiration et de l'inspiration forcée. — Les poumons sont actifs dans l'inspiration et passifs dans l'expiration. — La respiration diaphragmatique et la respiration claviculaire. — L'expiration ordinaire, la grande expiration et l'expiration forcée. — Variation du nombre des mouvements respiratoires dans l'enfance, dans l'âge adulte et dans la vieillesse. — Les bruits respiratoires dans l'état de santé et de maladie. — Actes physiologiques qui se rattachent aux mouvements respiratoires : olfaction, soupir, pleurs, bâillement, éternuement, toux, rire, hoquet, sanglot.

Phénomènes chimiques de la respiration. — Ils consistent dans l'absorption d'une petite quantité d'oxygène de l'air et dans l'exhalation d'une quantité à peu près égale de gaz acide carbonique. — L'air qui sort des poumons est chargé de gaz acide carbonique. — La production du gaz acide carbonique par la respiration est un phénomène général dans la série animale, et les plantes le présentent dans certaines conditions. — Histoire de la découverte de la théorie chimique de la respiration. — Cette découverte est due à Lavoisier. — Graves modifications et compléments apportés, dans notre siècle, à la théorie de Lavoisier. — Objections de Lagrange et Hassenfratz. — Expériences de Spallanzani et de William Edwards. — Les phénomènes chimiques de la respiration ne se passent pas dans le poumon, comme l'avait dit Lavoisier, mais dans l'intimité des tissus et dans le sang de la circulation générale. — Théorie chimique de Mitscherlich. — Effets secondaires des phénomènes chimiques de la respiration. — Absorption d'oxygène. — Y a-t-il exhalation ou absorption de gaz azote? — William Edwards concilie les opinions divergentes sur cette question.

L'asphyxie. — L'asphyxie peut se produire par l'absence d'air respirable, par la respiration des gaz autres que l'oxygène, et par une pression insuffisante de

l'air. — Exemples historiques des dangers du séjour dans un air altéré par la respiration. — Mort de 123 prisonniers anglais enfermés dans un cachot pendant la guerre des Indes, en 1750. — Les prisonniers autrichiens après la bataille d'Austerlitz. — Insurgés de juin 1848 morts par asphyxie dans une cave des Tuileries. — L'épidémie de fièvre typhoïde dans la garnison de Versailles. — Dangers de l'air raréfié. — Le mal des montagnes, ses effets. — Le mal des aéronautes. — Accident arrivé au physicien anglais Glaisher dans son ascension aérostatique. — Mort de Crocé Spinelli et Sivel, le 15 avril 1875. — Nouvelle cause des troubles qui saisissent l'homme transporté dans les hautes régions de l'air : la diminution de la tension de l'oxygène. — Moyen déduit par M. Paul Bert de ses expériences pour parer aux dangers de la raréfaction de l'air dans les hautes regions de l'atmosphère. — Effets redoutables de l'oxygène condensé. — L'air condensé employé comme moyen de prévenir la putréfaction. — L'asphyxie par l'oxyde de carbone, type de l'asphyxie par les gaz délétères. — Les poisons gazeux : hydrogène sulfuré et hydrogène arsénié.

Le phénomène de la respiration occupe le premier rang dans l'ordre d'importance de nos fonctions physiologiques. Les autres fonctions peuvent être sans inconvénient suspendues durant un certain temps; mais la respiration ne peut s'interrompre sans entraîner la mort dans un très-court intervalle de temps. Aussi, dans la langue de tous les peuples, les mots « vivre » et « respirer » désignent-ils le même état.

Une fonction qui s'exerce avec une telle continuité, et dont la suspension pendant quelques minutes amène nécessairement la mort, mérite d'être étudiée de fort près dans son mécanisme et dans ses effets. Nous allons donc rechercher, ami lecteur, pourquoi tu respires et comment tu respires ?

Et d'abord, quel est le but, quel est l'objet de la respiration ?

Tout se tient, tout s'enchaîne, dans l'économie animale. Les fonctions que nous sommes obligés de considérer chacune séparément pour pouvoir en faire l'étude, sont en réalité indissolublement liées entre elles, et n'existeraient pas l'une sans l'autre. L'arrêt, la suspension de l'une d'elles, entraîne l'arrêt, la suspension de l'autre. Nous avons vu comment l'homme digère les aliments, comment il s'assimile, par l'absorption, les principes utiles des aliments, et nous avons appris par quel mécanisme s'effectue le voyage perpétuel du sang à travers la masse de notre corps. En d'autres termes, nous avons étudié la *digestion*, la *nutrition* et la *circulation*. La nouvelle fonction que nous allons aborder, la *respiration*, se rattache intimement aux trois autres.

Le but, l'objet de la respiration, c'est de mettre le sang veineux en contact avec l'air atmosphérique. Le sang veineux est chargé des éléments nutritifs que lui ont apportés la lymphe et le chyle provenant de la digestion. Mais ces éléments, pour pouvoir être utilisés et servir à la réparation de nos organes, ont besoin de subir une sorte d'épuration, d'élaboration intime. En outre, le sang veineux est chargé de substances diverses ayant servi à l'exercice de la vie. Ces résidus doivent être eux-mêmes détruits, ou modifiés d'une certaine manière, pour pouvoir servir à la nutrition.

C'est dans les poumons que s'opère cette purification, cette révivification des éléments sanguins. C'est là que le sang se régénère, par l'action de l'oxygène atmosphérique. Envoyé du cœur aux poumons, par l'artère pulmonaire, le sang veineux vient se mettre en contact avec l'air, dans les dernières ramifications des bronches, dans ce que l'on appelle les *vésicules* ou les *lobules pulmonaires*, à travers lesquels l'air est tamisé, pour ainsi dire ; ensuite il est repris par les veines pulmonaires, ramené au cœur et emporté dans la circulation générale.

Ainsi, la vie se renouvelle, pour ainsi dire, dans la trame des lobules pulmonaires. C'est là que s'opère une sorte de résurrection perpétuelle, puisque, d'une part, le sang veineux, c'est-à-dire noir et impropre à la nutrition des organes, devient sang artériel, c'est-à-dire rouge et vital, et que, d'autre part, les matériaux apportés par le chyle et la lymphe passent à l'état de sang. L'air atmosphérique, ou plutôt l'oxygène de l'air, est l'agent de cette transformation. C'est pour l'opérer que l'air est continuellement introduit dans la poitrine.

Les dispositions organiques qui concourent à l'exercice de la respiration, affectent, dans toute la série animale, des différences extrêmement nombreuses, que nous résumerons en peu de mots.

Chez les êtres placés aux derniers degrés de l'échelle zoologique, chez les zoophytes, la respiration s'effectue par la surface tout entière du corps, et non à l'intérieur des vaisseaux. L'air atmosphérique pénètre à travers l'épaisseur de leurs tissus, et vient agir sur les liquides contenus dans leur corps.

Les insectes ont un grand nombre de petits conduits aériens,

appelés *trachées*, par lesquels l'air s'introduit et se met en contact avec les liquides nourriciers.

Parmi les animaux vertébrés, on remarque d'assez grandes différences sous le rapport de l'appareil respiratoire.

Chez les poissons, l'eau au milieu de laquelle ils vivent, vient arroser un organe particulier, appelé *branchies*, lequel, s'emparant de la petite quantité d'air que l'eau tient en dissolution, permet à cet air d'agir sur les vaisseaux pulmonaires.

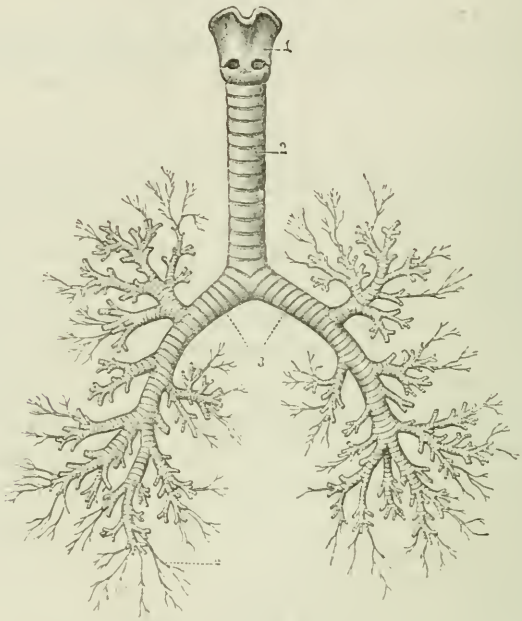


Fig. 59. Le larynx, la trachée-artère et les bronches.
1. Larynx. — 2. Trachée-artère. — 3. Bronches. — 4. Ramuscules bronchiques.

Les vertébrés qui vivent dans l'air respirent tous à l'aide de poumons.

Les poumons des reptiles n'offrent que de vastes ampoules, car leur circulation est incomplète et leur respiration peu active. Les mammifères et les oiseaux ont, au contraire, des poumons présentant des cavités très-petites, à parois excessivement minces, et en nombre très-considérable.

Sous le rapport de l'énergie de la respiration, les oiseaux occupent la première place parmi tous les êtres. Chez eux, les

poumons, non-seulement se trouvent prolongés dans l'abdomen, qui est dépourvu de diaphragme, pour augmenter l'espace où sont logés les poumons, mais les os mêmes sont percés de cavités qui communiquent avec les poumons.

Nous devons nous occuper ici d'une manière particulière de la fonction respiratoire chez l'homme, et des organes qui servent à l'accomplissement de cette fonction.

L'appareil qui sert à la respiration chez l'homme, se compose essentiellement :

1° D'une sorte de tuyau porte-vent, la *trachée-artère ;*

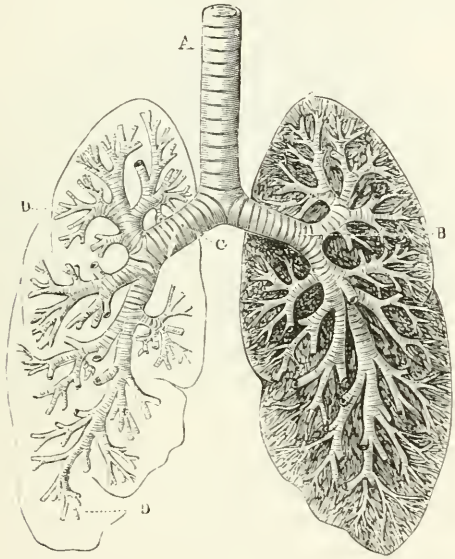


Fig. 60. Coupe montrant les ramifications des bronches dans les poumons.
A. Trachée-artère. — B et C. Gros tuyaux bronchiques. — D D. Ramuscules bronchiques.

2° Des divisions et subdivisions de ce tuyau, c'est-à-dire des *bronches ;*

3° Des *poumons*, dans lesquels les bronches se ramifient en conduits de plus en plus déliés, pour distribuer l'air à l'intérieur de la substance de l'organe.

La figure 59 montre le *tuyau porte-vent*, c'est-à-dire la *trachée-artère*, et ses subdivisions, c'est-à-dire les *bronches*. A l'entrée de ce tuyau d'air se trouve le larynx, organe de la production de la

voix, sur lequel nous aurons longuement à nous étendre dans le chapitre relatif à la voix.

On voit dans la figure 60 le poumon et la trachée-artère, avec les divisions et subdivisions de la bronche gauche, la substance du poumon gauche étant supposée enlevée.

Voyons maintenant comment fonctionne cet appareil. Nous dirons d'abord comment s'exécute la respiration, au point de vue purement mécanique. En d'autres termes, nous commencerons par étudier les *phénomènes mécaniques de la respiration.* Nous examinerons ensuite ce qui se passe entre l'oxygène de l'air et les éléments du sang, c'est-à-dire les *phénomènes chimiques de la respiration.*

PHÉNOMÈNES MÉCANIQUES DE LA RESPIRATION.

Pour que l'air s'introduise dans la poitrine et s'en échappe ensuite, après avoir exercé son action oxygénante sur le sang veineux, il faut que la poitrine commence par se dilater, pour produire le phénomène de l'*inspiration;* il faut ensuite qu'elle se resserre, se contracte. pour produire le phénomène de l'*expiration.* Examinons à part chacun de ces deux actes.

Inspiration. — L'inspiration exige : 1° la dilatation de la poitrine, ou cavité thoracique, 2° l'expansion des poumons.

L'agrandissement de la cavité thoracique se fait dans tous les sens Cette cavité s'agrandit d'abord de haut en bas, par l'abaissement de l'énorme barrière musculaire qui sépare la poitrine du ventre, c'est-à-dire du *diaphragme.* Ce large rideau musculaire, en s'abaissant, refoule les viscères abdominaux, et augmente ainsi l'étendue de la cavité de la poitrine. Voilà la première et la grande cause de l'agrandissement de la poitrine dans l'acte de l'inspiration.

L'abaissement du diaphragme produit l'effet du soufflet de nos foyers. En augmentant les dimensions de la cavité pectorale, il provoque un vide; mais l'air est continuellement en communication avec l'intérieur de la poitrine par les conduits de la trachée-artère et des bronches, enfin par la bouche et les fosses nasales. L'air doit donc se précipiter aussitôt, pour remplir le vide déterminé par l'ampliation de la poitrine.

A cette première et grande cause d'agrandissement de la cavité pectorale vient se joindre l'élévation des côtes, qui a également pour effet d'augmenter les dimensions de la poitrine dans le sens transversal.

L'élévation des côtes est due aux contractions des muscles dits *intercostaux*, des muscles *grand pectoral* et *grand dorsal*, dont le rôle consiste à dilater la poitrine en haut et en avant, en soule-

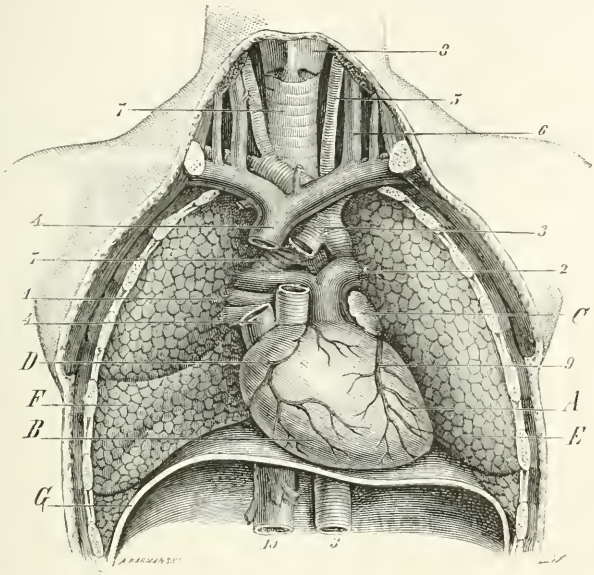


Fig. 61. Rapport des poumons avec le diaphragme, les côtes, le cœur et les gros vaisseaux afférents au cœur.

8. Larynx. — 7. Trachée-artère. — A. Ventricule gauche du cœur. — B. Ventricule droit du cœur. — C. Oreillette gauche du cœur. — D. Oreillette droite du cœur. — E. Poumon gauche. — F. Poumon droit. — G. Diaphragme. — 1. Veine pulmonaire. — 2. Artère pulmonaire. — 3. Artère aorte descendante coupée. — 10. Veine porte. — 4. Grande veine azygos. — 5. Artère carotide primitive. — 6. Veine jugulaire interne. — 9. Artère coronaire.

vant les côtés et même le sternum, auquel viennent s'attacher les cartilages des côtes.

La figure 61, qui montre les rapports du diaphragme avec les poumons, et les rapports des poumons avec les côtes et les gros vaisseaux afférents au cœur, fait comprendre le mécanisme organique que nous venons d'exposer.

L'effort des puissances musculaires, c'est-à-dire du diaphragme et des muscles de la poitrine, ne suffirait point pour agrandir

cette cavité si les *vésicules*, ou les *lobules pulmonaires*, comme on les appelle aujourd'hui, ne se remplissaient de l'air qui a pénétré par les fosses nasales ou par la bouche. L'air parcourt tous les tuyaux bronchiques jusqu'aux extrémités de ces tuyaux, c'est-à-dire jusque dans les lobules pulmonaires. Ces lobules se distendent, s'écartent, soit par l'effet de l'impulsion de l'air, soit par une contraction vitale qui leur est propre. Ils se déplissent et se développent, pour recevoir l'air atmosphérique sur toute leur surface membraneuse.

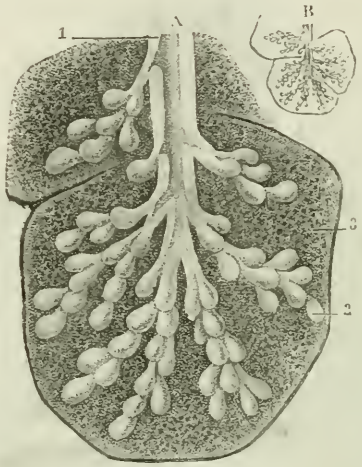


Fig. 62. Un lobule pulmonaire.

A. Tuyau bronchique vu au microscope. — B. Le même, vu de grandeur naturelle. amuscule bronchique. — 2. Terminaison du ramuscule bronchique. — 3. Tissu pulmonaire.

On voit sur la figure 62 les détails de structure d'un lobule pulmonaire.

L'inspiration présente trois degrés différents d'intensité. Selon les puissances musculaires qui interviennent dans son accomplissement, on peut distinguer : 1° l'*inspiration ordinaire*, 2° la *grande inspiration* et 3° l'*inspiration forcée*.

Dans l'*inspiration ordinaire*, la poitrine se dilate de bas en haut, par l'abaissement du diaphragme.

Dans la *grande inspiration*, il y a à la fois abaissement du diaphragme et élévation du thorax, par les muscles qui vont de cette cavité au cou ou au bras. La cavité pectorale est, de cette manière, agrandie dans ses trois dimensions.

Dans l'*inspiration forcée*, les mêmes muscles agissent dans

tous les sens, mais comme ils exerçent un plus grand effort, ils dilatent encore d'avantage la cavité thoracique.

L'inspiration ordinaire s'exécute par le mouvement du diaphragme et des côtes inférieures seulement. De temps en temps, une inspiration plus large et plus complète détermine le soulèvement de la base de la poitrine, ensuite celui de son sommet.

Dans l'inspiration ordinaire, on dit que la respiration est *diaphragmatique*, quand le diaphragme est principalement en action. Quand les côtes inférieures et moyennes se soulèvent, on dit que la respiration est *latérale*. Enfin, quand la première côte et la clavicule prennent part au mouvement, on dit que la respiration est *claviculaire*, ou *costo-supérieure*.

Le Dr Mandl, dans son ouvrage *Hygiène de la voix*[1], fait remarquer que dans la respiration *diaphragmatique* le larynx est immobile. Ce mode d'inspiration étant facile et n'exigeant point d'effort, permet de prolonger longtemps, sans fatigue, les exercices du chant, aussi bien que ceux de la gymnastique. Au contraire, quand on respire surtout en élevant les côtes supérieures, on se fatigue rapidement. C'est ce qui arrive chez les femmes lorsque le corset comprime la base de la poitrine, ou chez les chanteurs qui ont le mauvais système de la *respiration claviculaire*. Dans le dernier cas, le larynx s'abaisse par la contraction de ses muscles extrinsèques; ses fonctions deviennent pénibles, et l'effort des muscles inspirateurs amène rapidement la fatigue. Il résulte de là que l'inspiration, toujours incomplète, est aussi plus fréquente. Il faut s'appliquer à respirer par l'abaissement du diaphragme. Les exercices du corps, la marche, le chant, s'en trouveront bien.

Combien de temps peut-on demeurer sans faire d'inspiration, c'est-à-dire sans respirer? La volonté ne domine pas absolument les mouvements respiratoires, de sorte qu'il n'est pas possible de suspendre longtemps sa respiration. Quand l'expiration a eu lieu, le besoin d'inspirer se fait de nouveau impérieusement sentir. On ne peut demeurer sans respirer que deux ou trois minutes au plus. Les plongeurs les plus exercés sont obligés de revenir à l'air au bout de cet intervalle.

Expiration. — L'*expiration* consiste dans le resserrement de la poitrine, qui, par le relâchement des muscles inspirateurs,

1. In-12, Paris, 1876, pages 10, 15.

reprend ses premières dimensions, lorsque cette cavité a été dilatée. Alors, en vertu de leur élasticité, les poumons reviennent sur eux-mêmes.

Ainsi, les poumons sont *actifs* dans l'inspiration et *passifs* dans l'expiration.

La contraction de leur tissu, qui vient en aide à leur élasticité, ne suffirait pas pour chasser tout l'air que l'inspiration avait fait pénétrer dans leur intérieur. Les muscles des parois thoraciques se contractent, pour produire l'amoindrissement de la cavité du thorax. Voici comment ce résultat est produit. Les muscles inférieurs du tronc se contractent les premiers, et ils fixent les côtes inférieures, lesquelles deviennent un point d'appui pour les muscles intercostaux internes. Ces muscles se contractent à leur tour, et abaissent les côtes les unes sur les autres, c'est-à-dire diminuent les diamètres transversaux et antéro-postérieurs de la poitrine. L'abaissement des côtes produit l'aplatissement du ventre. Les organes abdominaux, refoulés vers le haut, rétablissent la convexité du diaphragme et diminuent les dimensions de la poitrine, jusqu'à ce que l'air introduit par l'inspiration ait été chassé de cette cavité.

Par l'inspiration suivie de l'expiration, l'air est donc, tour à tour, attiré dans la poitrine et repoussé hors de cet organe. Les poumons, qui se trouvent suspendus dans la cage thoracique, suivent dans leur mouvement d'expansion les parois de la poitrine, et reviennent sur eux-mêmes dès qu'ils cessent d'être dilatés par l'inspiration de l'air.

De même que nous avons distingué trois degrés dans l'inspiration, nous distinguerons trois degrés dans l'expiration : 1° l'*expiration ordinaire*, 2° la *grande expiration*, 3° l'*expiration forcée*.

L'*expiration ordinaire* se fait par le relâchement du diaphragme, qui reprend sa convexité et rétrécit la poitrine de bas en haut.

La *grande expiration* se fait par le relâchement du diaphragme et des autres muscles du thorax et par l'élasticité des côtes de leurs cartilages et du sternum, qui, reprenant leur première place, retrécissent la cavité thoracique dans tous les sens.

L'*expiration forcée* est provoquée par la contraction de tous les muscles de l'abdomen et des gros muscles du dos.

Nous avons dit que les mouvements respiratoires ne sont pas soumis, ou ne sont soumis que dans une bien faible limite, à

l'action de la volonté. Comme la respiration se rattache à un besoin vital, dont la non-satisfaction entraînerait promptement la mort, la nature a mis cette fonction sous la dépendance des nerfs dits *pneumo-gastriques*, qui fonctionnent indépendamment de la volonté. Si l'on coupe le tronc du nerf pneumo-gastrique, on trouble profondément la respiration. Mais le véritable centre nerveux qui préside à la respiration se trouve dans le bulbe rachidien, c'est-à-dire dans la partie supérieure de la moelle épinière, située à la base du cerveau. Un animal tombe mort, et comme foudroyé, quand on fait pénétrer un instrument piquant dans l'espace qui sépare la dernière vertèbre occipitale de la première vertèbre cervicale. Aujourd'hui, les animaux de boucherie sont souvent tués par ce moyen, pour remplacer l'assommage au marteau. La religion judaïque prescrit d'ailleurs cette manière de tuer les animaux de boucherie.

Combien de fois respirons-nous dans un temps donné? On admet généralement que l'homme adulte respire dix-huit fois par minute. Pendant l'exercice et le mouvement la respiration s'accélère.

Le nombre des mouvements respiratoires diminue avec l'âge. La respiration est plus fréquente chez l'enfant que chez l'adulte. Le nouveau-né respire quarante-quatre fois par minute. Ce nombre est de trente-cinq dans la première année, de vingt-six à cinq ans, et de vingt à la puberté. En général, on respire une fois pendant que le cœur bat quatre fois.

Le nombre des mouvements respiratoires s'accroît pendant la fièvre en proportion directe de l'activité anormale qu'acquiert alors la circulation du sang.

Ajoutons que toutes les causes d'excitation physique ou morale activent la respiration. Au contraire, l'attention qu'exige un travail d'esprit, diminue le nombre des inspirations et des expirations, de sorte qu'il est bientôt nécessaire de faire quelques larges inspirations, pour compenser l'insuffisance de celles qui ont précédé.

Pendant la veille, la respiration se fait sans aucun bruit; mais si la respiration est forte et profonde, elle s'accompagne du bruit que fait l'air en passant par les fosses nasales ou par la bouche. Le *ronflement* qui se produit quelquefois pendant le sommeil résulte du bruit que fait la colonne d'air expiré venant se briser contre le voile du palais.

En pénétrant dans nos poumons, l'air produit un léger bruit, qui est dû au frottement de l'air contre les parois des bronches et de la trachée. On distingue le *murmure respiratoire*, qui est le bruit des vésicules pulmonaires, et le *souffle bronchique*, ou *souffle trachéal*, qui se produit dans les gros canaux aériens, la trachée et les bronches.

Si l'on applique l'oreille contre la poitrine d'une personne bien portante, on entend un *bruit de souffle*, doux et régulier, qui provient de la pénétration de l'air dans les vesicules ou lobules pulmonaires. La maladie change la nature de ce bruit; elle le supprime, ou en produit d'autres. Le médecin se sert de ces signes pour apprécier l'état du poumon et des bronches dans les bronchites et les pneumonies.

Chez l'homme de trente-cinq à quarante ans, la capacité des poumons est d'environ 3 litres 70 centilitres. Elle est moindre avant cet âge, et n'est plus que d'un peu moins de 3 litres vers soixante ans.

La respiration est d'une ampleur moins développée chez la femme que chez l'homme.

L'analyse que nous venons de donner du mécanisme de la respiration, considérée dans l'inspiration et l'expiration, permet d'expliquer différents actes qui se rattachent aux mouvements respiratoires. C'est par les mouvements d'inspiration que nous produisons l'*olfaction*, le *soupir*, le *bâillement*, etc. Aux mouvements d'expiration se rattachent la *toux*, l'*éternuement*, la *phonation*, etc. Ces deux mouvements associés produisent le *rire*, le *hoquet*, le *sanglot*.

L'*olfaction*, c'est-à-dire la perception des odeurs, s'opère par une série d'inspirations courtes et répétées, avec occlusion de la bouche, pour que l'air inspiré passe tout entier par les fosses nasales et donne la plus complète impression des particules odorantes.

Le *soupir* est une inspiration large, lente et longtemps prolongée, qui dilate uniformément la poitrine, et y fait pénétrer une quantité d'air plus grande que dans les inspirations antérieures. Une prompte aspiration, accompagnée d'une sorte de gémissement, succède à la grande inspiration.

Quand notre imagination est absorbée par une pensée, soit affectueuse, soit triste, les fonctions vitales languissent, et la

respiration, en particulier, s'exerce irrégulièrement, par suite de la forte diversion morale que produit la préoccupation d'esprit. C'est alors que, par une sorte d'instinct naturel, arrive cette longue et forte respiration, par laquelle les poumons, amplement dilatés, permettent au sang, qui s'était accumulé dans le cœur droit, de recevoir une oxygénation plus complète. Le soupir fait ainsi disparaître le malaise que la trop grande contention d'esprit nous faisait éprouver, et qui est analogue à celui qu'on ressent dans une asphyxie commençante.

Les *pleurs* diffèrent du soupir en ce que l'expiration est longue, et de plus entrecoupée, c'est-à-dire partagée en plusieurs périodes.

Le *bâillement* consiste, comme le soupir, dans une très-lente inspiration, suivie d'une expiration très-courte.

Le bâillement est le symptôme d'une maladie du corps, ou de l'ennui, qui est une maladie de l'esprit. Lorsqu'un état maladif, comme la fièvre ou la fatigue, les approches du sommeil, le sentiment de la faim, etc., ont déterminé, dans la respiration et la circulation, des troubles qui ont eu pour résultat d'accumuler le sang dans les cavités droites du cœur, où il produit une sensation incommode, la nature nous porte instinctivement à remédier à cette gêne de la circulation et de la respiration par l'entrée dans la poitrine d'une grande quantité d'air. C'est dans ce but qu'instinctivement nous ouvrons largement la bouche. Vers la fin du *bâillement*, au moment où la poitrine a déjà reçu un volume d'air considérable, on éprouve encore comme le sentiment d'un obstacle : alors un nouvel effort d'inspiration, effort presque convulsif, surmonte cet obstacle, et l'on éprouve une sorte de détente au sentiment de cette dernière résistance vaincue. Une grande et longue expiration termine cet acte physiologique.

Pendant que dure le *bâillement*, la perception des sons est peu distincte. C'est que l'air qui s'est précipité dans la gorge, pénètre jusque dans la caisse du tympan, et ébranle la membrane de cette caisse, en sens contraire aux vibrations qui produisent l'audition.

Un grand bien-être succède à l'oppression que l'on éprouvait avant le bâillement.

C'est sans doute le souvenir du soulagement que nous avons ressenti de cette manière, qui rend le bâillement pour

ainsi dire contagieux, c'est-à-dire, qui nous porte involontairement à imiter ou à répéter cet acte lorsqu'une personne l'exécute devant nous. Entrez dans une voiture publique ou dans un wagon de chemin de fer, à une heure un peu matinale, et faites un profond bâillement, vous verrez bientôt tout le personnel de la voiture ouvrir à qui mieux mieux une large bouche et bâiller à l'envi. C'est un amusement familier à ceux qui aiment à mystifier le prochain.

L'*éternuement* est une violente expiration, dans laquelle l'air, sortant de la poitrine avec rapidité, vient heurter les parois internes des fosses nasales, ce qui occasionne un bruit très-fort. Cette expiration violente, qui provient surtout d'une contraction convulsive du diaphragme, a été provoquée par une irritation s'exerçant sur la membrane muqueuse des fosses nasales.

La *toux* est également une expiration forte et convulsive, produite par la contraction du diaphragme, et provoquée par une irritation de la membrane muqueuse, des bronches ou de la trachée-artère. Les expirations sont ici courtes et rapprochées.

Le passage violent et rapide de l'air à travers les bronches et la trachée-artère détermine l'expulsion des mucosités sécrétées par la membrane muqueuse de ces deux conduits, et détermine les *crachats*, qui ne sont autre chose que les produits de la sécrétion des bronches et de la trachée, sécrétion qui s'accroît notablement pendant l'inflammation de ces parties.

Ce qui prouve bien que la toux est déterminée par une contraction du diaphragme amenée par l'irritation des voies aériennes, c'est la fatigue extrême que la toux finit par amener dans la région diaphragmatique et dans les parois du ventre pendant la bronchite.

Le *rire* est une suite d'inspirations et d'expirations très-courtes et très-rapprochées.

Le *hoquet* est une inspiration, suivie d'une expiration, extrêmement rapides l'une et l'autre. Seulement, le larynx est en partie fermé par un resserrement spasmodique de la glotte, c'est-à-dire de l'ouverture des lèvres de cette cavité. L'air, rapidement attiré dans le larynx, mais y entrant avec peine, produit d'abord une sorte de sifflement; mais bientôt, chassé par une expiration violente, il heurte avec force les lèvres de la glotte. De là le bruit sec et particulier qui constitue le hoquet.

Le *sanglot* est un acte du même ordre, c'est-à-dire opéré par le même mécanisme physiologique.

L'expiration sert encore à la *phonation*, c'est-à-dire à la formation de la voix; mais nous aurons à traiter avec détails, dans la suite de cet ouvrage, de la production des sons et des différentes modifications de la voix humaine.

•

PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA RESPIRATION.

Nous venons d'analyser les *phénomènes mécaniques* de la respiration, c'est-à-dire d'expliquer comment on respire. Mais que se passe-t-il quand on respire? En d'autres termes, quels sont les phénomènes intimes qui s'accomplissent entre le sang et l'air atmosphérique? Les *phénomènes chimiques* de la respiration doivent donc maintenant nous occuper.

Les phénomnes chimiques qui s'effectuent pendant l'acte respiratoire, consistent essentiellement dans l'absorption d'une petite quantité d'oxygène atmosphérique et dans l'exhalation d'une quantité à peu près égale de gaz acide carbonique.

Il est facile de se convaincre par l'expérience que les phénomènes chimiques de la respiration, considérés chez tous les êtres de la série animale, se réduisent à l'absorption et au dégagement des deux gaz que nous venons de citer.

Recevez dans de l'eau de chaux, à l'aide d'un tube, l'air qui s'échappe, après avoir servi à la respiration, des poumons d'un homme, vous verrez s'y produire un précipité abondant de carbonate de chaux.

C'est une expérience que nous conseillons à nos lecteurs de faire eux-mêmes. Pour reconnaître la présence du gaz acide carbonique dans l'air qui sort des poumons, il suffit de se procurer un peu d'eau de chaux chez le pharmacien, de placer cette eau dans un vase quelconque en verre, et de souffler dans cette eau de chaux, au moyen d'un tube de verre, d'un tuyau de pipe, d'un tuyau de plume, etc. On verra, après deux ou trois minutes, l'eau de chaux se troubler et se remplir d'une poudre blanche. Laissez le liquide en repos; la matière qui trouble la transparence de l'eau se déposera, et vous pourrez, par une sim-

ple décantation, la séparer du liquide surnageant. Cette poudre est du carbonate de chaux, résultant de la combinaison de la chaux qui était dissoute dans l'eau, avec le gaz acide carbonique exhalé de vos poumons. En effet, si vous versez sur ce dépôt blanc quelques gouttes d'un acide minéral, ou plus simplement du vinaigre de table (acide acétique faible), vous verrez se produire une vive effervescence, et un gaz se dégagera. Ce gaz, c'est l'acide carbonique. L'acide acétique a chassé l'acide carbonique du carbonate de chaux pour former de l'acétate de chaux, et l'acide carbonique gazeux s'est dégagé, en produisant l'effervescence que l'on a constatée.

Par cette expérience bien simple (fig. 63), et que chacun de nos lecteurs peut s'amuser à répéter, on met en évidence la présence de l'acide carbonique dans les gaz qui s'échappent du poumon de l'homme pendant l'expiration.

Renfermez sous une cloche pleine d'air un oiseau ou tout autre animal vertébré, et vous verrez bientôt l'air dans lequel l'oiseau aura séjourné, précipiter l'eau de chaux, par suite de la présence du gaz acide carbonique dans les produits de son expiration.

La respiration des poissons étant extrêmement lente, il faudra pour obtenir le même résultat un temps assez long et quelques précautions recommandées par le milieu où ils vivent.

Les mollusques, par exemple les escargots, les animaux articulés, par exemple les insectes, placés dans les mêmes conditions, produisent le même phénomène. Au bout de vingt-quatre heures de séjour d'un de ces animaux dans un espace d'air limité, on reconnaît, au moyen de l'eau de chaux, que cet air s'est chargé de gaz acide carbonique.

Le même phénomène se produit pour les germes des animaux une fois fécondés. Renfermez dans un vase bien clos des œufs de poule fécondés, vous reconnaîtrez, au bout d'un certain temps, que l'air de ce vase s'est chargé de gaz acide carbonique. La respiration du germe s'effectue dans l'œuf parce que la *cicatricule*, qui représente, dans le jaune d'œuf, le premier point qui doit servir au développement de l'individu, se trouve à la partie la plus supérieure du jaune de l'œuf, et que le jaune lui-même, en vertu de sa légèreté spécifique, surnage toujours le blanc ou l'albumine de l'œuf. La cicatricule, immédiatement appliquée contre l'enveloppe calcaire de l'œuf, reçoit l'action de

l'air atmosphérique à travers cette coque, qui est perméable aux gaz.

L'air peut même impressionner les œufs déposés dans les organes des animaux ovovivipares. Les œufs des serpents, contenus dans l'oviducte, communiquent avec l'air, parce que la membrane qui les contient est immédiatement en rapport avec

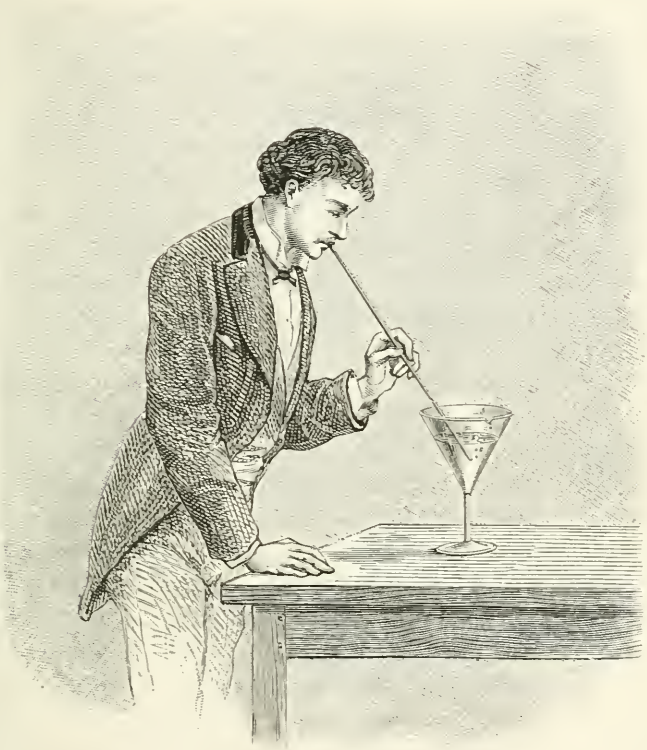


Fig. 63. Preuve de l'existence du gaz acide carbonique dans les gaz qui sortent des poumons par l'expiration.

la longue cavité pulmonaire de ces animaux, qui permet le passage de l'air à travers ses pores.

Ainsi, l'homme et les animaux de toutes les classes, et cela dès les premiers moments de leur existence, respirent en produisant du gaz acide carbonique et en absorbant du gaz oxygène.

A propos des produits de la respiration, on peut faire un rap-

prochement curieux entre les animaux et les végétaux. Les plantes jouissent d'une véritable respiration ; mais, du moins dans les conditions ordinaires, elles agissent sur l'air d'une manière inverse à celle des animaux. En effet, tandis que les animaux absorbent de l'oxygène et exhalent de l'acide carbonique, les plantes, au contraire, *sous l'influence de la lumière*, absorbent de l'acide carbonique et émettent de l'oxygène.

Hâtons-nous de dire que, dans certaines circonstances, ces différences disparaissent, et que le végétal respire comme respire l'animal, c'est-à-dire qu'il brûle de l'oxygène et met de l'acide carbonique en liberté. Ainsi, toutes les parties des plantes qui ne sont pas vertes, mais principalement les fleurs, absorbent de l'oxygène et dégagent de l'acide carbonique, qu'on les examine à la lumière solaire ou dans l'ombre. Quand les fleurs sont très-développées, comme celles de la famille des Arums, dont le vulgaire *Pied de veau* peut représenter le type, il se manifeste en même temps un dégagement très-appréciable de chaleur.

Un fruit mûr, qu'il soit attaché à l'arbre ou qu'il en soit séparé, absorbe l'oxygène de l'air et dégage du gaz acide carbonique.

En germant sous l'influence de l'eau et de l'air, les graines dégagent, comme les fruits, du gaz acide carbonique.

Les tubercules féculents, tels que les pommes de terre, les patates, les tubercules d'orchis, etc., quand ils viennent à germer, produisent également de l'acide carbonique.

Il est donc vrai de dire que les plantes peuvent tour à tour produire ou décomposer le gaz carbonique, et qu'il y a cette différence entre les animaux et les végétaux, que les premiers absorbent sans cesse de l'oxygène de l'air, tandis que les seconds n'absorbent l'oxygène que dans quelques circonstances de leur vie.

Connaissant maintenant en quoi consiste, d'une manière générale, le fait chimique de la respiration, pénétrons d'une manière plus précise dans l'intimité du phénomène, et essayons de saisir les véritables réactions chimiques qui déterminent, au sein de notre organisme, la formation de l'acide carbonique aux dépens de l'oxygène de l'air inspiré.

L'explication de ce qui se passe, dans l'intimité de nos tissus, entre le sang et l'air atmosphérique pendant la respiration, est

une des découvertes les plus brillantes de la chimie. Cette découverte suivit de près la création de la chimie par notre immortel Lavoisier. Elle mit en évidence, par un exemple éclatant, l'avenir immense qui attendait cette science, alors si nouvelle.

Avant l'existence de la chimie, un profond mystère cachait aux physiologistes l'explication du phénomène de la respiration. La chimie pouvait seule donner le pouvoir de soulever le voile qui dérobait à tous les yeux ce difficile secret de la nature. Quand on lit la *Physiologie* de Haller (*Elementa physiologiæ*), on est frappé de voir les stériles efforts dans lesquels se consume le génie de l'auteur pour deviner ce qui passe dans la respiration. Comme la chimie manque à ce grand homme, il est condamné à ignorer l'essence de l'importante fonction dont il cherche à connaître le mécanisme. Renfermé dans un cercle qu'il ne peut franchir, il s'agite vainement pour franchir l'horizon étroit qui borne sa pensée. Il tourne et retourne cent fois la question, sans trouver une issue aux difficultés qui l'entourent. Pourquoi l'air est-il nécessaire à la vie de tous les animaux? Pourquoi l'air qui a été respiré, est-il mortel pour l'homme et les animaux? Pourquoi faut-il que l'expiration succède à l'inspiration? Pourquoi le fœtus, qui vivait dans l'eau de l'amnios, trouve-t-il la mort dans ce milieu, si on l'y replonge, après lui avoir permis de respirer l'air un moment? Haller essaie toutes les explications, s'adresse à toutes les hypothèses, et il les rejette toutes, car aucune ne satisfait sa raison.

Mais la chimie commence à se constituer, et dès sa naissance elle jette sur le mécanisme de la respiration les lumières que le génie de Haller avait inutilement demandées à la science de son temps. Tout le monde sait que la théorie chimique de la respiration appartient à Lavoisier, et que cette théorie fut l'application de ce grand principe, découvert par le même Lavoisier, qu'un dégagement de chaleur accompagne toute combustion ou toute oxydation des corps bruts ou organisés.

Le chimiste anglais Priestley avait eu avant Lavoisier une notion confuse de ce phénomène. Les physiciens anglais Hales, Mayow, Black, etc., avaient signalé une analogie frappante entre la combustion des corps bruts et la respiration des animaux; mais ce fut Lavoisier qui, en développant ces mêmes vues par une longue suite de travaux, et en s'entourant de démonstrations rigoureuses, puisées dans des expériences pré-

cises, mérita d'être proclamé, comme on le fait aujourd'hui, d'un accord unanime, le premier créateur de la théorie chimique de la respiration.

Cette théorie de Lavoisier est si universellement connue, que c'est à peine s'il est nécessaire de la rappeler. Le sang veineux, disait Lavoisier, est très-riche en hydrogène et en charbon, comme semble le montrer sa coloration noire. L'oxygène de l'air brûle une partie de ce charbon et de cet hydrogène. L'eau et l'acide carbonique sont le résultat de cette oxydation. La chaleur, qui est propre aux animaux, est la conséquence de cette combustion intérieure.

Lavoisier expliquait donc à la fois les deux grands phénomènes de la respiration et de la chaleur animale.

On comprendra, si l'on se rapporte à l'époque où cette opinion fut émise par l'illustre fondateur de la chimie, tout le charme, toute la séduction que dut inspirer une théorie d'une simplicité aussi remarquable, et d'une conséquence aussi inattendue. Peu d'années auparavant, Lavoisier venait de découvrir que la cause véritable de la combustion, et de la chaleur qui l'accompagne, réside dans l'action de l'oxygène, c'est-à-dire dans le changement en eau et en acide carbonique du charbon et de l'hydrogène des substances organiques. Cette action, qui se produit aux dépens de la matière brute, se trouvait donc dans les êtres vivants, et c'était aussi un flambeau profond brûlant dans les organes de l'homme et des animaux, qui répandait dans leur sein la chaleur et la vie.

Le charme que la simplicité extraordinaire de la théorie de Lavoisier sut inspirer aux savants de son temps, et aux chimistes qui vinrent après lui, la fit adopter sans autre examen. Il y a peu d'exemples d'une théorie couronnée d'un succès plus rapide et plus général. Cependant il était facile de prévoir que cette doctrine, conçue dès les premiers pas de la chimie, donnerait prise à des objections très-sérieuses quand la science aurait marché et acquis de nouveaux moyens d'étude. C'est, en effet, ce qui arriva, et l'on ne surprendra personne en disant que la théorie de Lavoisier est inexacte, ou pour mieux dire incomplète. Lavoisier lui-même l'avait bien compris, car il songeait à reprendre ses travaux sur la respiration et la chaleur animale, lorsqu'il périt, en 1794, de la mort déplorable que l'histoire et l'humanité reprocheront toujours à ses bourreaux.

Il n'est pas difficile de démontrer que la théorie de Lavoisier, qui fait passer dans le poumon seul le phénomène de la respiration, ne peut résister à un examen un peu sérieux.

Comme le firent remarquer Lagrange et Hassenfratz, peu de

Fig. 64. Lavoisier.

temps après Lavoisier, la chaleur qui se produirait au contact des matières réagissantes, si la combustion s'effectuait dans le poumon, élèverait d'une manière très-notable la température de cet organe. Or le poumon n'est pas sensiblement plus chaud que le reste du corps. Becquerel et Breschet ont à peine trouvé,

une différence d'un demi-degré dans le poumon sur les autres parties du corps, dans des expériences publiées en 1835 [1].

Les partisans de la théorie de Lavoisier appuyaient leur opinion sur ces deux faits : que les produits de l'expiration contiennent de l'eau en vapeur, et que le sang veineux, quand on l'agite avec du gaz oxygène ou de l'air, rougit immédiatement, et laisse dégager de l'acide carbonique, en même temps qu'il absorbe de l'oxygène.

Mais d'abord, l'exhalation de la vapeur d'eau ne saurait être invoquée à l'appui de cette théorie sans faire offense aux lois les plus simples de la physique. La vapeur d'eau expirée provient uniquement de la sérosité qui revêt la surface du poumon et des plèvres. La chaleur de la cavité thoracique détermine la vaporisation de l'eau, et l'on sait, en effet, que les produits de l'expiration contiennent d'autant plus d'eau que la température de l'atmosphère extérieure est plus basse. Un air froid renferme très-peu d'eau en vapeur ; arrivant dans la cavité échauffée du poumon, il y dissout d'autant plus de vapeur d'eau qu'il est plus froid. La quantité d'eau émise dans une journée par l'expiration pulmonaire est d'ailleurs vingt fois plus considérable, au moins, que celle que pouvait fournir l'oxygène inspiré brûlant l'hydrogène du sang. Il disparaît, à la vérité, de l'oxygène dans l'acte de la respiration, mais rien ne prouve que cet oxygène disparu ait produit tout simplement de l'eau, plutôt que toute autre substance ; il est très-probable, au contraire, que ce sont des composés chimiques beaucoup plus complexes qui se forment au sein de nos tissus par l'absorption de l'oxygène.

Quant à la coloration en rouge du sang veineux par l'action de l'oxygène, avec émission d'acide carbonique, on ne peut rien en conclure en faveur de la théorie qui nous occupe. Le sang contient de l'acide carbonique. Quand on y fait passer de l'oxygène, ou quand on l'agite avec ce gaz, par un déplacement mécanique très-simple, l'oxygène se dissout, en chassant l'acide carbonique. En même temps, comme le sang artériel doit sa couleur à la présence de l'oxygène, qui agit dans cette circonstance en avivant sa matière colorante d'une manière encore inconnue, le sang rougit.

(1). *Mémoires sur la chaleur animale.* (*Annales des sciences naturelles*, Zoologie, 2e série, tome III et IV.)

Cette explication est tellement exacte que, si, au lieu d'employer du gaz oxygène, on agite le sang avec du gaz hydrogène ou de l'azote, il dégage autant d'acide carbonique; seulement la couleur du sang ne se modifie pas.

Spallanzani a fait une expérience remarquable pour démontrer que le phénomène chimique de la respiration ne peut se passer dans le poumon; et William Edwards reproduisit et varia d'une manière très-probante la même expérience. Nous résumerons ces expériences comme il suit.

Placez un animal dans un gaz irrespirable, tel que l'hydrogène ou l'azote, vous remarquerez, si l'animal est choisi de manière à pouvoir y vivre assez longtemps, comme une grenouille, des escargots ou un très-jeune mammifère, qu'il se dégagera de l'acide carbonique. Introduisez une grenouille dans une cloche pleine de mercure, après avoir pressé ses flancs de manière à chasser tout l'air de ses poumons : il se dégagera un volume de gaz acide carbonique, égal, dans tous ces cas, à peu près, au volume de l'animal. Dans cette expérience, l'acide carbonique ne provient pas de l'action de l'oxygène immédiatement absorbé par le poumon, puisque l'atmosphère ne contenait pas d'oxygène. Il provient évidemment de l'oxygène qui était dissous dans le sang qui avait été absorbé par le poumon avant l'expérience, et qui a ensuite lentement réagi, dans l'économie, pour fournir le dégagement de gaz acide carbonique observé.

On sait d'ailleurs que le sang veineux et le sang artériel contiennent de l'acide carbonique et de l'oxygène à l'état de dissolution.

Ainsi, la théorie de Lavoisier ne peut plus aujourd'hui être défendue. Ce n'est point dans le poumon que s'effectue la réaction chimique entre l'oxygène de l'air et les éléments du sang ; ce n'est point du charbon et de l'hydrogène libres qui sont simplement brûlés par le contact de l'air et du sang. Tout le monde admet aujourd'hui que le poumon agit comme un simple organe d'absorption pour l'air atmosphérique. L'oxygène et l'azote de l'air, pénétrant à travers les parois infiniment minces des vésicules, ou *lobules* pulmonaires, se dissolvent dans le sang, et sont entraînés avec lui dans la masse du corps. C'est dans les ramifications de l'arbre artériel, ou du réseau capillaire, que s'effectue la véritable respiration, c'est-à-dire l'action chimique entre l'oxygène et les éléments du sang, action qui a pour consé-

quence visible la production de l'acide carbonique. Ainsi formé, l'acide carbonique reste dissous dans le sang, et il circule, dissous dans le sang, jusqu'à ce qu'il puisse s'échapper au dehors. Les poumons offrant, sous le rapport de la perméabilité aux gaz, une disposition avantageuse, c'est par la voie des vésicules pulmonaires que l'acide carbonique s'échappe dans l'air, au moment où le sang, arrivant dans le poumon et se trouvant en contact avec l'air, échange le gaz acide carbonique qu'il renferme, pour l'oxygène et l'azote qui lui sont présentés.

Disons, à l'appui de cette interprétation, que c'est par les poumons que s'exhalent les matières odorantes ou volatiles introduites dans l'économie.

Pourquoi l'haleine du buveur laisse-t-elle percevoir une odeur alcoolique? Parce que l'alcool, après avoir été absorbé par les veines de l'estomac et de l'intestin grêle, circule dans le sang, et que, quand le sang traverse le poumon, cet alcool, se dégageant en partie au dehors, communique son odeur aux produits de l'expiration de notre buveur. L'odeur d'ail qu'exhale l'haleine de l'imprudent qui a mangé du gigot à l'ail, ou du saucisson d'Arles, provient de la même cause, c'est-à-dire de ce que l'essence d'ail, après avoir parcouru les canaux sanguins, s'échappe au dehors par les voies pulmonaires.

Mais, si l'opinion des physiologistes et des chimistes modernes est unanime pour admettre que l'action chimique qui constitue la respiration se passe dans les vaisseaux capillaires et non dans le poumon, et pour rejeter la réaction chimique, par trop simple, imaginée par Lavoisier, cet accord cesse complètement lorsqu'il s'agit de déterminer la véritable nature de l'action chimique effectuée entre l'oxygène et le sang. Chaque auteur présente à ce sujet une opinion différente, et cette opinion est toujours émise avec des doutes et une réserve que commande suffisamment le défaut des recherches ou d'expériences ayant servi à l'établir. Cependant une théorie assez plausible de l'action chimique qui se passe entre le sang et l'oxygène, a été formulée, vers 1850, par un chimiste allemand, Mitscherlich.

Pour comprendre la théorie de Mitscherlich, il est indispensable de se rapporter au phénomène chimique de la digestion, considérée d'une manière générale.

Nous rappelerons que la digestion s'exerce sur deux espèces

différentes de matières : les substaces azotées, comme l'albumine, la fibrine, le caséum, et les matières privées d'azote, comme le sucre, la gomme, les fécules. Les premières de ces substances ne subissent de la part des forces de l'organisme aucune modification essentielle. La fibrine, l'albumine, le caséum, sont assimilés et fixés dans nos organes tels à peu près que l'aliment les a présentés; mais il n'en est pas de même des substances non azotées, comme le sucre, les fécules, la gomme, etc. Celles-ci sont changées, par les forces de la digestion, en un produit qui résulte constamment de l'action de l'air et de l'eau sur les matières organiques privées d'azote, c'est-à-dire en acide lactique. L'acide lactique est donc ainsi amené dans le sang, et l'on sait que Berzelius a rencontré ce produit dans presque tous les liquides de l'économie. Dans le sang, le lactate de soude constitue d'après Mitscherlich le quart des éléments salins du sérum.

C'est sur ce lactate de soude que se passe, d'après Mitscherlich, le phénomène chimique de la respiration. Ce phénomène, le chimiste allemand l'explique ainsi.

L'acide lactique, comme un grand nombre de matières organiques, peut être, par l'action de l'oxygène, brûlé et changé en acide carbonique. Une fois formé, cet acide carbonique se combine avec la soude du sérum du sang, et donne du carbonate de soude. Mais, comme de l'acide lactique venant du tube intestinal arrive dans le sang, ce carbonate de soude est décomposé par l'acide lactique; il se forme de nouveau du lactate de soude, et l'acide carbonique, mis en liberté, se dégage dans l'air, lorsque le sang arrive aux poumons.

Telle est la théorie chimique de Mitscherlich, dont on peut à la rigueur se contenter, sans prétendre qu'elle soit l'expression absolue des faits.

Après avoir étudié les phénomènes chimiques de la respiration, essayons de résoudre quelques questions secondaires qui se rapportent à cette question, et qui, par leur intérêt particulier ou les interprétations diverses que les expérimentateurs en ont fournies, ont une véritable importance.

Quels sont, en premier lieu, les rapports de quantité entre l'oxygène inspiré et l'acide carbonique expiré? Lavoisier et Spallanzani ont avancé que la proportion d'acide carbonique expirée surpasse la quantité d'oxygène enlevée à l'air par la res iration.

Plusieurs autres expérimentateurs, mais surtout les physiologistes anglais Allen et Pepys, ont, au contraire, conclu à l'égalité de proportion entre l'oxygène inspiré et le gaz acide carbonique émis pendant l'expiration. Les expériences de William Edwards ont prouvé que la quantité d'oxygène disparue est toujours supérieure à la proportion de gaz acide carbonique produit, mais que ces résultats varient d'une manière extrêmement étendue chez les diverses espèces animales : de telle façon que quelquefois l'oxygène disparu excède d'un tiers l'acide carbonique produit, tandis que dans d'autres circonstances la différence est si faible qu'on peut la regarder comme nulle.

Allen et Pepys n'ayant agi que sur un très-petit nombre (2 ou 3 espèces) d'animaux, on comprend qu'ils aient pu, sous ce rapport, être induits en erreur. Cette absorption d'oxygène ne doit d'ailleurs nullement nous surprendre. Ce gaz, en réagissant sur le lactate de soude du sang, peut fournir d'autres produits moins oxygénés que l'acide carbonique, et non gazeux, qui restent dans l'économie et y retiennent l'oxygène. Ou bien encore, l'action comburante du gaz oxygène ne s'exerce point uniquement sur le lactate de soude ; ce gaz sert à brûler d'autres produits et à former des composés différents de l'acide carbonique.

Une question beaucoup plus controversée encore que la précédente consiste à savoir ce que devient, dans l'économie animale, l'azote absorbé dans la respiration, c'est-à-dire à savoir s'il y a absorption ou exhalation d'azote pendant la respiration.

On a émis à cet égard toutes les opinions possibles.

Spallanzani a avancé que dans la respiration il y a absorption d'une partie de l'azote inspiré. Le fait a été constaté par Spallanzani, sur des reptiles et sur diverses espèces d'animaux à sang chaud. Au commencement de notre siècle, Humboldt et Provençal reconnurent cette même absorption d'azote chez les poissons, et Davy, Pfaf et Henderson constatèrent le même fait chez l'homme.

Mais, d'un autre côté, Allen et Pepys ont affirmé qu'il y a égalité entre l'azote emprunté à l'air et l'azote exhalé, et Lavoisier était arrivé aux mêmes résultats dans ses expériences sur la respiration.

Bertholet et Nysten ont prétendu, au contraire, qu'il y a dans la

respiration, exhalation d'azote, et Dulong, dans ses recherches sur la chaleur animale, a vu l'azote exhalé, chez l'homme, d'une manière manifeste.

Il semble difficile de se décider entre des autorités aussi nombreuses et aussi opposées. Cependant William Edwards, par une suite d'expériences décisives, et après une discussion remarquable des travaux antérieurs à ses propres recherches, a montré qu'en définitive aucune de ces opinions extrêmes ne s'excluait mutuellement.

William Edwards reconnut, selon l'époque de l'année à laquelle il faisait ses expériences, tantôt l'égalité, tantôt l'excès, tantôt l'infériorité dans les quantités d'azote inspiré et exhalé; et il montra à quelle cause était due cette singulière variation dans le sens du phénomène.

A l'exemple d'Allen et Pepys, William Edwards fit respirer un cochon d'Inde dans une atmosphère formée d'oxygène et d'hydrogène, mélangés dans le même rapport qu'affectent l'oxygène et l'azote pour constituer l'air. L'atmosphère artificielle composée d'oxygène et d'hydrogène, qui avait servi à la respiration, étant ensuite analysée, montra une absorption d'hydrogène et une exhalation d'azote. Que faut-il conclure de là ? Que les phénomènes de l'absorption et de l'exhalation d'azote s'exercent simultanément, et ne s'effectuent point d'une manière isolée, l'un à l'exclusion de l'autre, comme on l'avait cru : — que puisque, dans cette expérience, l'hydrogène a été absorbé et l'azote expulsé du corps de l'animal, celui-ci, quand il respire dans l'air, absorbe également l'azote atmosphérique et met en liberté de l'azote tiré de son propre corps; — qu'il n'est pas surprenant, d'après cela, que les divers observateurs aient constaté tantôt l'égalité, tantôt l'excès, tantôt la diminution dans l'azote inspiré et exhalé, car les phénomènes d'absorption et d'exhalation d'azote s'exercent à la fois, et ces deux fonctions étant nécessairement variables par la constitution de l'individu ou par les modifications accidentelles du milieu où ils sont placés, peuvent donner alternativement l'un des trois résultats indiqués.

Si l'on se demande maintenant quelle est l'origine de cet azote chassé hors du corps, et qui n'est point le même que celui qui a été absorbé et dissous dans le sang de l'animal, il est facile de répondre qu'il provient de composés chimiques existant à l'intérieur du corps et qui ont été détruits par les combinaisons

et les décompositions incessantes qui se font dans l'économie. L'acide carbonique émis dans l'expiration, et qui paraît provenir, comme on l'a vu, de la lente décomposition du lactate de soude du sang, nous offre l'exemple le plus clair et le plus sensible d'un mode d'origine analogue.

En résumé, la respiration, considérée au point de vue chimique, consiste essentiellement en un échange, effectué dans le poumon, entre les gaz dissous dans le sang et ceux de l'air atmosphérique. Cet échange résulte de ce que des gaz différents, mis en présence, se mélangent entre eux, même lorsqu'ils sont séparés par une membrane vivante, ainsi que les physiciens l'ont prouvé depuis longtemps. L'inspiration détermine l'absorption par le sang d'une certaine quantité d'air extérieur. Cet air, circulant dans les vaisseaux, mêlé au sang artériel, produit, par son action chimique sur les principes contenus dans le sang, un peu de gaz azote et de gaz acide carbonique. Le sang veineux se débarrasse des gaz acide carbonique et azote, quand il arrive au poumon, et cela en de telles proportions que la quantité des gaz reste à peu près la même.

L'introduction de l'oxygène dans le sang et la sortie du gaz acide carbonique de ce même sang s'opèrent sans interruption. La vie est donc gravement menacée toutes les fois que la respiration est suspendue pendant quelques minutes. La submersion dans l'eau, la strangulation, la suspension, la compression violente de la poitrine, la présence d'un corps étranger ou de produits divers dans les bronches, etc., mettent obstacle à la respiration, et la vie s'éteint, dans un intervalle de temps souvent très-court, qui n'excède pas quatre ou cinq minutes.

On appelle *asphyxie* la mort par privation d'air.

L'asphyxie est précédée de bourdonnements d'oreilles, troubles de la vue, vive anxiété, efforts convulsifs de respiration, vertiges et perte de connaissance. L'air ne pénétrant plus dans les bronches, le cœur cesse de battre, les poumons et le cerveau se remplissent d'un sang veineux, d'une couleur très-noire, et la mort arrive, par suffocation, au milieu d'un cortège de phénomènes effrayants.

Les connaissances que nous venons d'acquérir permettent de comprendre quelle est la cause exacte de la *mort par asphyxie*,

ainsi que des accidents ou des troubles et de l'anxiété générale qui surviennent quand l'asphyxie est imminente.

L'air étant indispensable à la respiration, l'asphyxie peut se produire de trois manières :

1° Par l'absence d'air respirable;

2° Par la respiration de gaz autres que l'oxygène, le seul gaz qui soit propre à la respiration;

3° Par une pression insuffisante de l'air.

Pour comprendre le danger que présente le séjour dans une atmosphère insuffisamment pourvue d'oxygène, il faut savoir que l'homme introduit dans ses poumons environ 500 litres d'air par heure. Lorsque cet air sort des poumons, il a perdu 4 pour cent seulement de son oxygène, et il s'est chargé de 4 pour cent de gaz acide carbonique. Il est déjà difficile de respirer dans une atmosphère qui contient 1 pour cent de gaz acide carbonique. Dans une atmosphère où ce gaz a atteint le chiffre de 4 pour cent, il est donc plus pénible encore de respirer; et comme la proportion de gaz acide carbonique augmente par la respiration de chaque individu, la mort ne tarderait pas à être la conséquence d'un séjour prolongé de l'homme dans une atmosphère dont l'air ne serait aucunement renouvelé.

Mais ce n'est pas de l'acide carbonique seulement qui s'exhale des poumons. L'expiration pulmonaire entraîne de la vapeur d'eau, laquelle est mélangée de composés volatils divers, provenant du sang, et qui doivent altérer l'atmosphère qui les contient.

D'autres causes de viciation de l'air, qui jusqu'à ce jour ont échappé à nos procédés de mesure, n'en sont pas pour cela moins réelles. Nous voulons parler des matières animales qui s'exhalent des êtres vivants, et qui manifestent leur présence dans l'air par une odeur particulière et désagréable, même quand il s'agit d'individus sains. Cette dernière cause de viciation de l'air augmente d'importance et domine toutes les autres quand il s'agit d'une réunion de malades.

Dans une réunion de malades, dans une infirmerie, une salle d'hôpital, les causes de viciation de l'air deviennent plus nombreuses et plus intenses.

Quel est le médecin, quel est l'élève, quel est le visiteur des hôpitaux, qui n'ait pas été péniblement affecté par l'odeur, si bien nommée *odeur d'hôpital*, qui s'exhale de certaines salles,

quand on y entre le matin, ou seulement après quelques heures de clôture, et cela malgré les soins minutieux de propreté auxquels on a recours? C'est à cette cause qu'il faut rapporter l'aggravation, dans les salles des hospices, des affections qui n'étaient que fort légères au moment de l'entrée du malade, ainsi que la longueur des convalescences, la facilité des rechutes, et le peu de réussite, dans les hôpitaux, de certaines opérations chirurgicales pour lesquelles on compte un nombre bien supérieur de succès dans la pratique civile. Les hôpitaux consacrés à l'enfance et aux femmes en couches sont placés, sous ce rapport, dans les conditions les plus défavorables. Sur l'enfant, sur la nouvelle accouchée, qui se trouvent dans les hospices, ces aggravations d'un mal, léger à l'origine, se remarquent avec une déplorable fréquence.

Ces considérations sur les inconvénients et les dangers de l'air non renouvelé acquerront une force nouvelle, si nous les appuyons par quelques faits.

Le plus frappant exemple des dangers de l'*air confiné*, comme l'appellent les physiciens, par une ellipse heureuse, nous est fourni par un triste épisode de la guerre des Anglais contre les Indiens.

En 1750, dans un des combats que les Indiens soutenaient contre l'armée anglaise qui envahissait leur pays, les indigènes des environs de Calcutta avaient fait prisonniers 146 soldats anglais. Les prisonniers furent renfermés dans une petite salle de vingt pieds carrés, où la lumière et l'air n'arrivaient que par deux soupiraux donnant sur un corridor. Ils ne tardèrent pas à se sentir pris de suffocation et du suprême besoin de respirer. La chaleur était devenue extraordinaire. Tous les malheureux enfermés dans cette étroite prison éprouvaient une soif intense, un douloureux serrement à la gorge et aux tempes. Ils se pressèrent en foule vers les deux petites ouvertures qui donnaient accès sur le corridor. Quelques-uns se cramponnaient aux barreaux, se soulevaient à force de bras, et aspiraient quelques bouffées d'air pur. Mais bientôt, arrachés de ce poste de salut par leurs compagnons en délire, ils étaient repoussés et foulés aux pieds. Une lutte affreuse s'engagea entre ces hommes à demi fous, et les plus robustes triomphèrent (fig. 65).

Le lendemain, au bout de huit heures, quand on ouvrit la

Fig. 65. Les prisonniers anglais dans la guerre des Indes, en 1750.

porte du cachot, vingt-trois hommes seulement étaient vivants. Cent vingt-trois cadavres jonchaient le sol!

Un fait analogue s'est passé en France.

Après la bataille d'Austerlitz (2 décembre 1805), trois cents Autrichiens, faits prisonniers, avaient été dirigés sur nos frontières. Pour leur faire passer la nuit, on les enferma dans une cave très-exiguë. Chose horrible à penser! Deux cent soixante de ces malheureux périrent asphyxiés, et les quarante qui respiraient encore le lendemain, furent trouvés si faibles qu'il fallut retarder de plusieurs jours leur départ.

Pendant l'insurrection de juin 1848, des prisonniers enfermés en trop grand nombre dans une cave des Tuileries y furent trouvés morts, au bout de douze heures, par suite de la rareté de l'air dans cet étroit réduit.

Un fait rapporté par le Dr Tardieu met bien en évidence le danger du séjour dans l'air vicié par la respiration d'un certain nombre de personnes. Pendant plusieurs années, une épidémie de fièvre typhoïde se manifestait régulièrement dans la garnison de Versailles au moment de l'arrivée du roi Louis-Philippe, et elle disparaissait, tout aussi régulièrement, après le départ du roi. La garnison habituelle de Versailles était de cinq cents hommes; mais elle était portée à douze cents pendant le séjour du souverain. Dès lors, faute d'espace, les soldats étaient entassés dans les salles étroites de la caserne et leur accumulation dans ces salles finissait par donner naissance à l'épidémie que l'on constatait chaque année. La cause, c'est-à-dire l'encombrement, ayant disparu, l'effet cessait de se produire. C'est ce que l'on finit heureusement par reconnaître.

La *ventilation* naturelle, ou produite par des moyens artificiels, est le remède à ces graves inconvénients. Malheureusement, les méthodes pratiques pour assurer la ventilation laissent encore beaucoup à désirer, et sont loin d'assurer à chaque individu la quantité d'air qui lui serait nécessaire. Les hygiénistes ont posé en principe que, pour l'exercice normal de nos fonctions, il faudrait fournir à chaque personne adulte 10 *mètres cubes d'air par heure*, soit 240 mètres cubes d'air par vingt-quatre heures : ce qui revient à dire que, pour respirer dans les conditions les plus favorables, il faudrait qu'une personne adulte pût disposer d'une pièce carrée de 6 mètres sur tous ses côtés. Quant à la chambre à coucher, dans laquelle on passe habituellement huit heures

de nuit, sa capacité devrait être de 80 mètres cubes, c'est-à-dire 6 mètres en long et en large, avec une hauteur de plafond de $2^{m},50$. On trouve de telles conditions réalisées dans bien peu de chambres à coucher. On sait, tout au contraire, que, dans les villes, deux ou trois personnes couchent dans une même chambre, de dimensions bien inférieures. Heureusement, par les joints béants des portes et des fenêtres, il s'établit un courant qui, après avoir balayé l'air de la pièce, s'échappe par la cheminée. La cheminée est donc, dans une chambre à coucher, la sauvegarde tutélaire. Elle assure un renouvellement constant de l'air. Donc, anathème au maladroit domestique qui clôt hermétiquement la trappe de la cheminée, ou au tapissier trop zélé qui calfeutre et rembourre les jointures des portes avec des bourrelets ! Sachez supporter dans votre chambre quelque vent coulis, pour échapper à l'infection miasmatique et à la gêne respiratoire.

Nous venons de mettre en évidence les dangers de l'air confiné. Nous venons de voir qu'il peut amener la mort, ou provoquer des troubles pathologiques. Mais l'air *raréfié*, c'est-à-dire pris à une hauteur telle que sa densité ait sensiblement diminué, est tout aussi redoutable.

Personne n'ignore que l'air diminue de densité à mesure que l'on s'élève dans les régions supérieures de l'atmosphère, ou, ce qui est la même chose, on sait que la pression que l'air exerce sur tous les corps est plus faible à mesure que l'on s'élève au-dessus de la terre. Pour faire absorber à nos poumons la quantité d'oxygène nécessaire à la respiration, il faut donc, si l'on se trouve sur un lieu élevé, respirer plus souvent. Au haut d'une montagne on fait plus d'inspirations et d'expirations que dans la plaine, et à plus forte raison qu'au fond d'une mine.

Lorsqu'on gravit une montagne, le mouvement et les efforts de la marche ajoutent leurs effets à ceux de la diminution de pression de l'air résultant de la hauteur. Si l'on franchit, en une seule journée, environ 2000 mètres en hauteur, on éprouve une accélération notable de la respiration et du pouls, accompagnée d'angoisse et de resserrement de la poitrine.

Ce malaise, qui est un véritable état pathologique, a de nos jours reçu un nom : on l'appelle le *mal des montagnes*.

Le phénomène le plus saillant du mal des montagnes, c'est une sorte de paralysie des jambes, qui se développe graduellement.

Après avoir fait un certain nombre de pas, avec une difficulté croissante, on ne peut en faire un de plus. Quelques instants de repos rendent aux muscles leur puissance. Il semble alors que l'on va pouvoir marcher sans avoir à craindre les mêmes accidents; mais bientôt la fatigue reparaît, et une nouvelle halte est nécessaire. Plus on s'élève, moins on peut faire de pas sans s'arrêter. Les nausées, la somnolence, le découragement, viennent quelquefois se joindre à l'épuisement des forces. Accélérée par le mouvement et gênée par les efforts de la marche, la respiration se fait incomplètement; la proportion entre le sang veineux et le sang artériel dépasse l'état normal. et les poumons restent gorgés de sang veineux. Le cerveau et d'autres organes se congestionnent également. Mais dès que les muscles se relâchent quelques instants, c'est-à-dire dès que l'on prend quelque repos, deux ou trois larges respirations dissipent la congestion, et un flot de sang artériel vient révivifier l'organisme.

Les phènomènes pathologiques du mal des montagnes se manifestent, à un degré plus ou moins violent, chez les touristes qui font l'ascension du Mont-Blanc, haut, comme on le sait, de 4810 mètres. J'ai passé une semaine dans la vallée de Chamonix à visiter les beaux glaciers qui descendent de la chaîne du Mont-Blanc, et dans mes promenades à travers cette interminable vallée, je voyais beaucoup de touristes, anglais et français, redescendre du Mont-Blanc, après trois ou quatre jours consacrés à l'ascension et au séjour sur les hauteurs avoisinant le grand plateau. A voir ces malheureux, on était peu tenté de les imiter. La face rougie par la réverbération du soleil et par la congestion résultant du défaut de pression atmosphérique, les yeux paraissant sortir de leurs orbites, l'attitude brisée, la démarche affaissée, tous les signes d'un grand état de souffrance se lisaient sur le visage et dans les allures de ces pauvres éclopés, qui mettaient quatre à cinq jours à reprendre leurs forces épuisées par des fatigues prolongées.

C'est que l'ascension du Mont-Blanc, comme celle de tous les hauts sommets, s'accompagne d'accidents qu'il n'est pas toujours facile de prévoir, et de difficultés qui, pour être prévues, n'en sont pas moins une source de dangers ou d'émotions. D'énormes crevasses de glace se rencontrent sur la route. Pour les franchir, il faut marcher à plat ventre, ou se faire tirer par les guides, au moyen d'une corde passée autour du corps, si l'habitude n'a pas

appris à braver le vertige que fait naître la vue de l'abîme ouvert sous ses pas (fig. 66). D'autres fois, la neige durcie par le froid de la nuit étend sur les roches qu'il faut franchir, un véritable verglas, sur lequel on glisse, comme sur la surface unie d'un miroir, et il faut des heures pour avancer de quelques pas. Tous ces accidents réunis font de l'ascension des hautes cimes une source de périls et de souffrances.

Le mal des montagnes n'a été bien étudié qu'à la fin de notre siècle, mais il avait été constaté depuis fort longtemps. Déjà au quinzième siècle le médecin italien Da Costa le décrivait, et lui donnait le nom même qu'il porte aujourd'hui.

Dans notre siècle, tous ceux qui ont fait des ascensions dans les Alpes (Europe), dans les Andes (Amérique), dans l'Himalaya (Asie), ont noté les perturbations de l'organisme résultant d'une altitude anormale, et ont essayé des théories pour les expliquer. Ces théories se réduisaient, à vrai dire, à invoquer la raréfaction de l'air. Mais quelle action précise exerçait la raréfaction de l'air? C'est ce qui n'a été bien expliqué que de nos jours.

Théodore de Saussure, qui fit le premier, après Jacques Balmat, l'ascension du Mont-Blanc, le 2 août 1787, a parfaitement décrit les malaises qu'il éprouva, ainsi que ses compagnons, pendant son séjour sur le Mont-Blanc. Sur le *petit plateau* où il passa la première nuit, et dont l'altitude est de 3890 mètres, les guides robustes qui l'accompagnaient avaient à peine déblayé cinq ou six pelletées de neige pour établir la tente, qu'ils étaient dans l'impossibilité de continuer. Ils étaient forcés de se remplacer à chaque instant dans leur travail. Plusieurs perdirent connaissance et furent obligés de s'étendre sur la neige pour reprendre leurs forces.

« Le lendemain, dit Saussure, en montant la dernière pente qui mène au sommet, j'étais obligé de reprendre haleine tous les quinze ou seize pas. Je le faisais le plus souvent debout, appuyé sur mon bâton; mais à peu près de trois fois l'une il fallait m'asseoir, ce besoin de repos étant absolument invincible. Si j'essayais de le surmonter, mes jambes me refusaient leur service; je sentais un commencement de défaillance et j'étais saisi par des éblouissements tout à fait indépendants de l'action de la lumière, puisque le crêpe double qui me couvrait le visage me garantissait parfaitement les yeux. Comme c'était avec un vif regret que je voyais ainsi passer le temps que j'espérais consacrer sur la cime à mes expériences, je fis diverses épreuves pour abréger ces repos. J'essayai, par exemple, de ne point aller au terme de mes forces et de m'arrêter un instant à tous les quatre ou cinq

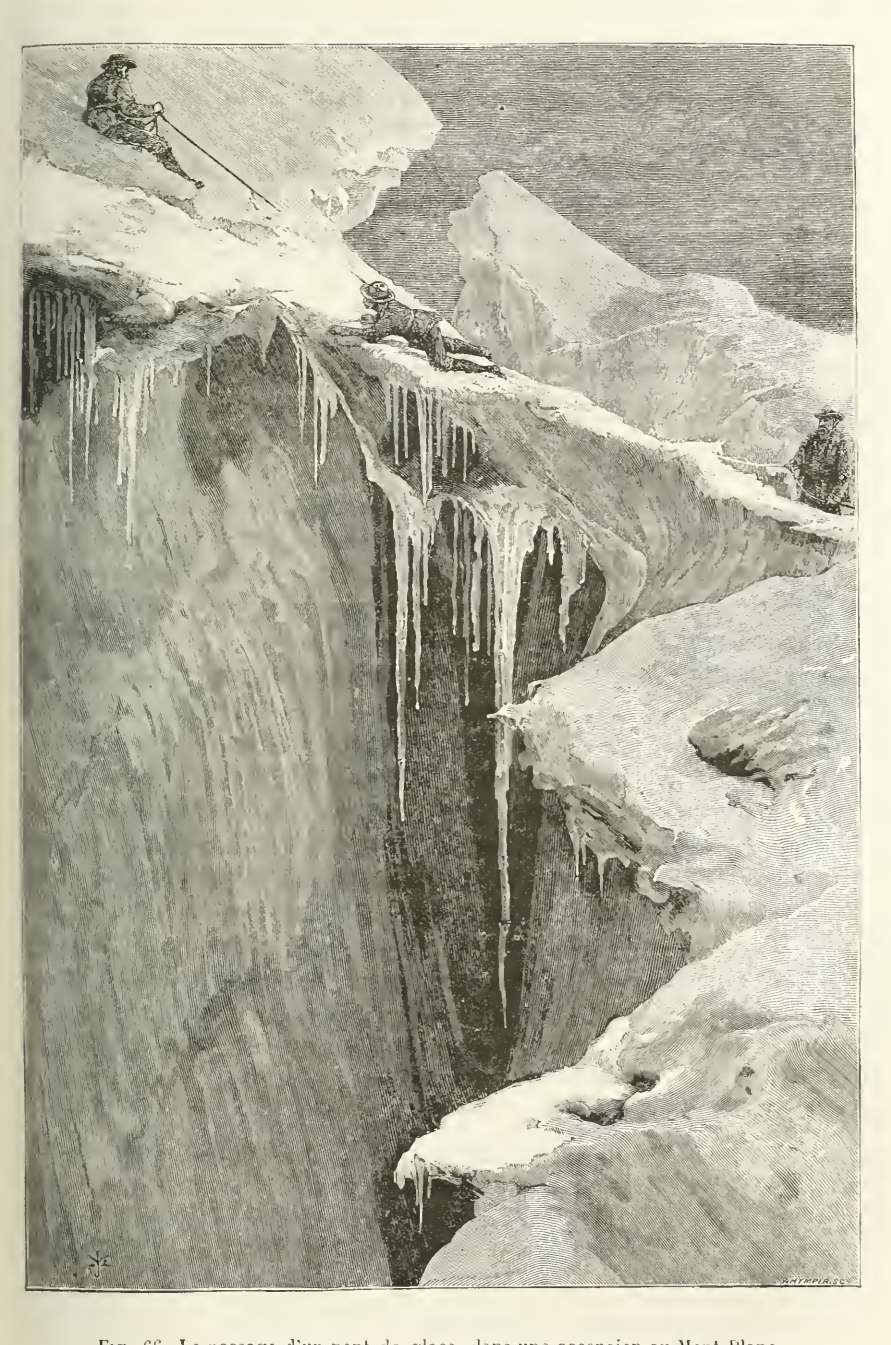


Fig. 66. Le passage d'un pont de glace, dans une ascension au Mont-Blanc.

pas : mais je n'y gagnais rien : j'étais obligé au bout de quinze ou seize pas de prendre un repos aussi long que si je les avais faits de suite ; il y a même ceci de remarquable, c'est que le plus grand malaise ne se fait sentir que huit à dix secondes après qu'on a cessé de marcher. La seule chose qui me fît du bien et qui augmentât mes forces, c'était l'air frais du vent du nord ; lorsque en montant j'avais le visage tourné de ce côté et que j'*avalais* à grands traits l'air qui en venait, je pouvais sans m'arrêter faire jusqu'à vingt-cinq ou vingt-six pas. »

En 1844, Bravais, Ch. Martins et Le Pileur firent une ascension du Mont-Blanc, dans laquelle plusieurs questions scientifiques furent abordées et heureusement résolues. Les trois savants observateurs étudièrent sur eux-mêmes et sur leurs compagnons le phénomène du mal des montagnes. Les guides qui, sur le *grand plateau*, déblayaient la tente, en partie recouverte de neige, étaient obligés de s'arrêter à chaque instant, pour respirer.

« Un secret malaise, dit M. Ch. Martins, se traduisait sur toutes les physionomies ; l'appétit était nul. Le plus fort, le plus grand, le plus vaillant des guides, Auguste Simond, s'affaissa sur la neige, il faiblit et tomba en syncope. »

Près du sommet, Bravais voulut savoir combien de temps il pourrait marcher en montant le plus vite possible : il s'arrêta au trente-deuxième pas, sans pouvoir en faire un de plus.

Tous les malaises éprouvés par Bravais, Martins et Le Pileur et par beaucoup d'autres voyageurs, ont été classés par le docteur Leroy de Méricourt, dans le tableau suivant :

Respiration. — La respiration est accélérée, gênée, laborieuse, difficulté extrême de respirer au moindre mouvement.

Circulation. — La plupart des voyageurs ont noté des palpitations, l'accélération du pouls, les battements des artères carotides, une sensation de plénitude des vaisseaux, parfois l'imminence de suffocation, des hémorhagies diverses.

Innervation. — Céphalalgie très-douloureuse, somnolence parfois irrésistible, hébétude des sens, affaiblissement de la mémoire, prostration morale.

Digestion. — Soif, vif désir des boissons froides, sécheresse de la langue, inappétence pour les aliments solides, nausées.

Fonction de la locomotion. — Douleurs plus ou moins fortes dans les genoux, dans les jambes ; la marche est fatigante et amène un épuisement rapide des forces.

Nous n'avons pas besoin de dire que les troubles physiolo-

giques et les malaises qu'on ressent en s'élevant sur le flanc des montagnes, à de grandes hauteurs, ne sont pas constants, et dépendent des forces, de l'âge, de la fatigue antérieure, enfin de l'habitude. Quand je visitais, en 1865, le glacier des Bossons, qui descend du Mont-Blanc, je ne ressentais aucune influence fâcheuse de l'altitude, tandis que des femmes qui partageaient ma promenade étaient prises de difficultés respiratoires et d'anxiété.

Au couvent du Grand-Saint-Bernard, situé à 2478 mètres d'altitude, la plupart des religieux sont obligés de redescendre souvent dans la vallée, pour se remettre. Ils sont presque tous asthmatiques, et au bout de dix ou douze ans de service ils sont forcés de quitter le couvent pour toujours, s'ils ne veulent pas être pris d'infirmités incurables.

Il faut que le climat ou quelque autre circonstance ait une influence sur le développement de pareils malaises, car l'homme habite, et s'y trouve fort bien, dans des localités dont l'altitude est bien supérieure à celle du mont Saint-Bernard.

Il est à croire du reste que, dans les Alpes, des circonstances particulières concourent à accroître l'intensité du mal des montagnes. M. Boussingault a émis cette assertion que dans les vastes champs de neige des régions alpestres l'air est altéré sous l'action des rayons solaires. Il appuie cette opinion sur une expérience de Saussure, qui a trouvé que l'air extrait des pores de la neige des Alpes renferme moins d'oxygène que celui de l'air ambiant.

Certains animaux ne peuvent vivre au-dessus de 4000 mètres. Les chats que l'on transporte à cette hauteur sont pris de convulsions tétaniques et meurent.

Le lieu le plus élevé qui, sur la terre entière, soit habité toute l'année, est le cloître bouddhiste de Hanlé, au Thibet. Là, vingt prêtres vivent à l'énorme altitude de 5039 mètres. D'autres cloîtres sont bâtis presque à la même hauteur, dans la province de Gnari-Khorsoum, sur les rives des lacs Monsaraour et Bakous. A ces énormes hauteurs, à 5460 mètres, on vit dix et même douze mois, mais on s'y trouve mal à l'aise.

Le plus haut village du monde est, dit-on, celui de Thock-Jaluy, au Thibet, situé à 4979 mètres. Jacquemont assure pourtant qu'il a visité, dans le Thibet, des villages situés à 5000 mètres.

Les frères Schlagintweit, pendant leur exploration des glaciers de l'Ibi-Gamin, au Thibet, ont campé et dormi, avec les huit

hommes de leur suite, du 13 au 23 août 1875, à des hauteurs exceptionnelles, rarement visitées par un être humain. Pendant dix jours leur campement le plus bas fut à 5547 mètres; le plus haut fut à 6442 mètres, c'est-à-dire à l'altitude la plus considérable à laquelle aucun Européen ait jamais passé la nuit.

Les trois frères Schlagintweit réussirent, le 2 août 1866, à monter jusqu'à 6706 mètres sur un contre-fort du Sassar. Le 19 du même mois, ils atteignirent, sur l'Ibi-Gamin, la hauteur de 7419 mètres, la plus considérable à laquelle l'homme soit encore arrivé sur une montagne. Dans les premiers temps, ils souffraient beaucoup dès que les cols qu'ils franchissaient atteignaient 5600 mètres; mais lorsqu'ils avaient passé quelques jours à de grandes hauteurs, ils ne ressentaient plus qu'un court malaise.

Disons toutefois qu'un séjour prolongé à une pareille altitude ne pourrait avoir pour la santé que des suites désastreuses.

En 1862, le physicien anglais Tyndall, pour faire des observations scientifiques, passa la nuit entière sur le sommet du Mont-Blanc, abrité seulement par une petite tente. Les guides qui l'accompagnaient furent tellement malades, que le lendemain matin, de bonne heure, ils durent redescendre en toute hâte dans la vallée.

En résumé, il doit y avoir dans l'ascension des Alpes quelque cause inconnue qui rend le mal des montagnes plus grave que dans d'autres localités; mais, en tout pays, le séjour dans des lieux très-élevés est une cause de dangers pour la vie.

Quand on sait que vers 2000 mètres de hauteur la plupart des personnes sont prises du mal des montagnes, on est toujours surpris d'apprendre que bien des villes soient situées au delà de cette hauteur. On peut pourtant citer beaucoup d'exemples de ce fait.

Des villes florissantes existent à 2600, 3000 et même 4000 mètres de hauteur, dans les Andes américaines, et au Thibet en Asie.

« Quand on a vu, dit M. Boussingault, le mouvement qui a lieu dans les villes comme Bogota, Micuipampa, Potosi, etc., qui atteignent 2600 à 4000 mètres de hauteur; quand on a été témoin de la force et de la prodigieuse agilité des toréadors dans un combat de taureaux à Quito, à 3000 mètres;

quand on a vu enfin des femmes jeunes et délicates se livrer à la danse pendant des nuits entières dans des localités presque aussi élevées que le Mont-Blanc, là où de Saussure trouvait à peine assez de force pour consulter ses instruments, et où ses vigoureux montagnards tombaient en défaillance en creusant un trou dans la neige; si j'ajoute encore qu'un combat célèbre, celui du Pichincha, s'est donné à une hauteur peu différente de celle du Mont-Rose (4600 mètres), on m'accordera, je pense, que l'homme peut s'accoutumer à respirer l'air raréfié des plus hautes montagnes. »

De Humboldt a vu des Péruviens exploiter la ferme d'Antisana, située à 4101 mètres au-dessus de la mer. Or les travaux agricoles nécessitent un développement de forces considérable.

La Paz est une ville située dans les Andes à 3717 mètres. Ses habitants ne souffrent nullement de la raréfaction de l'air. Seulement, les étrangers nouvellement arrivés ne peuvent y faire une marche un peu longue sans s'arrêter souvent. Aussi les nouveaux venus à La Paz sont-ils très-malheureux si, dans un bal, les jeunes Péruviennes ont la malice de les inviter à faire quelques tours de valse.

M. le docteur Jourdanet, après de longues observations recueillies au Mexique, a émis l'opinion qu'une diminution notable de la pression atmosphérique modifie la composition des gaz qui existent dans le sang, et qu'il en résulte une sorte d'anémie, plus ou moins grave selon les climats. M. Jourdanet a publié, en 1876, dans un ouvrage étendu, auquel nous renvoyons, l'exposé de ses idées sur cette question[1].

Le mal des montagnes donne l'image fidèle du *mal des aéronautes*. Si l'on s'élève trop haut dans une ascension aérostatique, les symptômes que nous venons de décrire s'accentuent davantage, les phénomènes pathologiques prennent plus d'intensité, et l'on a le mal des aéronautes. La respiration est plus accélérée, plus pénible, l'essoufflement plus prononcé. C'est que deux causes agissent alors : la diminution de la quantité d'oxygène qui entre dans les poumons, et l'excessive diminution de pression, qui fait que le poids de l'air extérieur n'est plus suffisant, à la surface du corps, pour contenir les liquides, le sang, la lymphe, etc., qui tendent à s'échapper des vaisseaux, par l'effet de la pression intérieure, restée la même. C'est pour cela qu'il se manifeste des hémorrhagies de sang et de lymphe

1. *Influence de la pression de l'air sur la vie de l'homme*, 1 vol. in-8°.

dans toutes les cavités. Les crachements de sang, les vomissements de sang ou de matières alimentaires, les sueurs excessives, l'extravasation du sang par les yeux, les congestions pulmonaires, cérébrales, abdominales, sont le résultat de cette extrême diminution de la pression normale dans les régions de l'air situées à 7000 ou 8000 mètres.

Toutefois l'essoufflement qui accompagne l'accélération des mouvements respiratoires, ne devient sensible que si l'on s'élève très-haut et très-rapidement. Dans sa célèbre ascension aérostatique du 16 septembre 1804, Gay-Lussac s'éleva, mais dans un intervalle de 6 heures, à 7016 mètres de hauteur. Sa respiration était gênée et très-accélérée; mais, comme il ne faisait aucun mouvement qui nécessitât des efforts, il supportait sans peine ces accidents, puisqu'il ne cessa pas d'enregistrer les indications des instruments de physique.

Les ascensions aérostatiques se faisant très-rapidement, l'observateur restant immobile dépense peu ou point de forces et il peut ainsi atteindre à de grandes hauteurs avant d'éprouver les troubles qui arrêtent bien plus bas celui qui s'élève, par la puissance de ses muscles, sur les flancs d'une montagne. Il faudrait donc que les aéronautes, pour éviter les accidents de l'air, missent à s'élever le temps qu'on emploie à gravir les hautes montagnes.

Les nombreux voyageurs aériens qui de nos jours ont tant multiplié les ascensions dans les régions les plus élevées de l'atmosphère, ont étudié les phénomènes qui nous occupent sous toutes leurs faces, et bien constaté l'accélération considérable du nombre des inspirations et expirations quand on flotte à 5000 ou 6000 mètres au-dessus du sol. Ils ont reconnu en même temps qu'au delà d'une certaine hauteur dans l'atmosphère il y a un imminent danger pour la vie.

Dans l'ascension faite le 17 juillet 1862, MM. Glaisher et Coxwell atteignirent une élévation excessive, qui ne fut pas toutefois, et quoi qu'on en ait dit, exactement déterminée. Avant le départ, le pouls de M. Coxwell était à 74 pulsations par minute, celui de M. Glaisher à 76. A 5200 mètres, M. Glaisher comptait 100 pulsations, M. Coxwell 84. A 5800 mètres, les mains et les lèvres de M. Glaisher étaient toutes bleues, mais non la figure. A 6400 mètres, il entendit les battements de son cœur et sa respiration était très-gênée; à 8850 mètres, il tomba sans connaissance, et

ne revint à lui que lorsque le ballon fut redescendu au même niveau. Son compagnon, M. Coxwell, était également à bout de forces et dans l'impuissance de se servir de ses mains. Heureusement, il eut la présence d'esprit de tirer avec ses dents la corde de la soupape, qui donna issue au gaz, et le ballon se mit à descendre (fig. 67). Quelques heures après cet heureux exploit, M. Coxwell perdait connaissance, et cet évanouissement lui sauvait la vie.

Une triste catastrophe a prouvé que la mort est au bout de ces téméraires courses aériennes, si on les pousse au delà de 9000 mètres. On sait que le 15 avril 1875, les trois aéronautes Crocé-Spinelli, Sivel et Gaston Tissandier, ayant dépassé la hauteur que nous venons d'assigner, les deux premiers périrent, et le dernier n'échappa que par miracle au sort de ses compagnons.

M. Gaston Tissandier assure que l'excursion se serait terminée sans aucun accident, si les aéronautes, quand ils furent emportés vers les régions supérieures de l'air, avaient eu le temps ou la force de porter à la bouche le tube de caoutchouc aboutissant à un ballonnet plein d'oxygène dont ils s'étaient munis. Mais à peine eurent-ils coupé les cordes qui retenaient les sacs de lest, que le ballon s'élança comme une flèche, et que la rapidité vertigineuse de l'ascension les surprit au point de leur ôter tout sentiment et de leur enlever la force nécessaire pour prendre les ballonnets d'oxygène suspendus au-dessus de leur tête.

La figure 68 représente, d'après les souvenirs de M. Gaston Tissandier, la scène de mort qui suivit le mouvement d'ascension trop rapide auquel nous venons de faire allusion. Crocé-Spinelli et Sivel périrent asphyxiés; M. Gaston Tissandier resta évanoui, et la syncope qu'il éprouva et qui dura plus d'une heure, lui sauva la vie, car il reprit ses sens dès que le ballon fut redescendu dans des régions plus basses.

Nous venons de dire que la diminution de pression est la cause des hémorrhagies, des crachements de sang et des troubles de toute sorte qui saisissent l'homme transporté dans les très-hautes régions de l'air. D'après les expériences de M. Paul Bert, professeur au Collège de France, résumées dans son ouvrage, publié en 1878, *La pression barométrique*, il faudrait ajouter à cet élément la *diminution de la tension de l'oxygène*. Ce gaz ne pénétrant plus dans le sang et dans les tissus en assez grande quan-

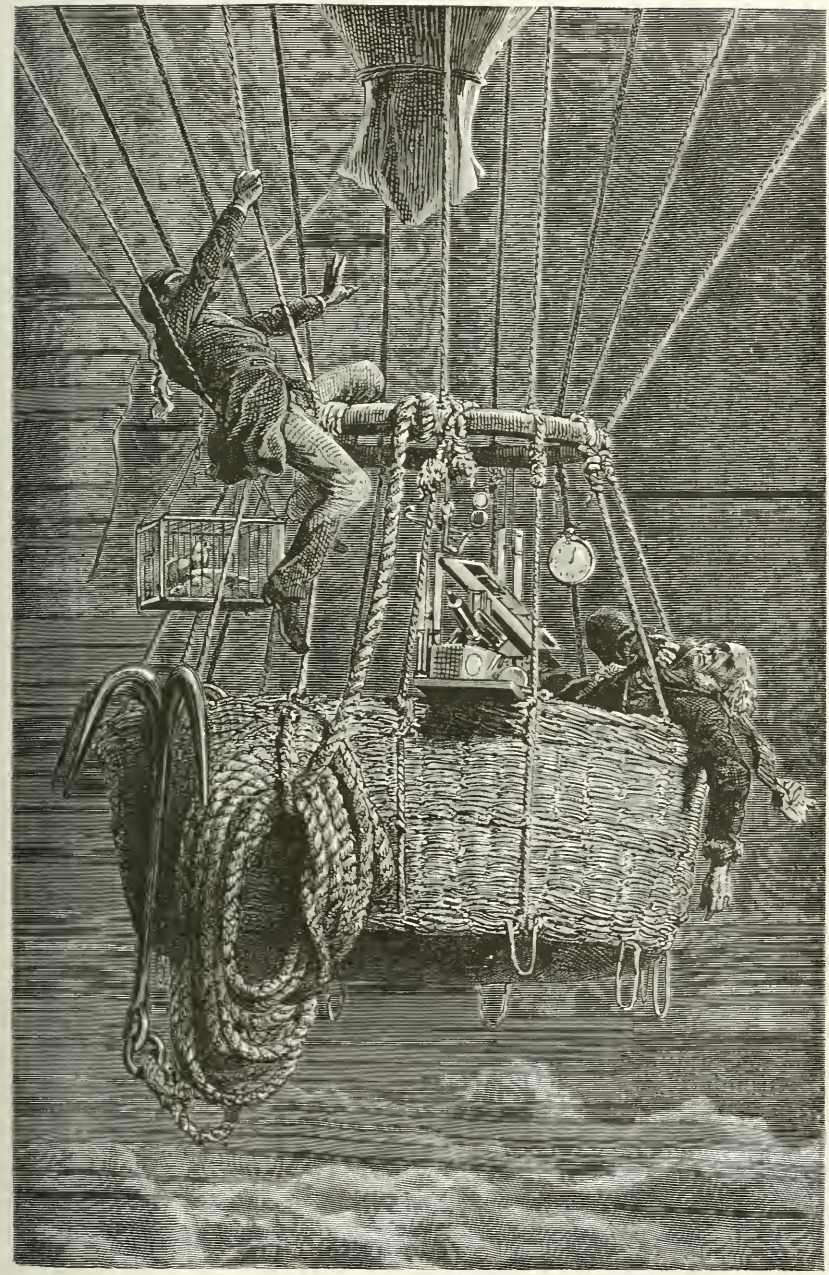


Fig. 67. Accident arrivé à MM. Glaisher et Coxwell, dans leur ascension aérostatique du 17 juillet 1862.

tité pour entretenir la combustion vitale à son degré ordinaire, les troubles respiratoires apparaissent.

Cette remarque a eu pour conséquence un moyen facile de

Fig. 68. La catastrophe du *Zénith*, le 15 avril 1875.

combattre le *mal des montagnes*, aussi bien que le *mal des aéronautes*. Il suffit, selon M. Paul Bert, d'augmenter la proportion de l'oxygène dans l'air respiré, à mesure que la pression diminue, pour remédier aux troubles occasionnés par l'altitude.

M. Paul Bert a expérimenté sur lui-même l'efficacité de ce moyen de parer aux dangers de la raréfaction de l'air.

Il s'est enfermé dans l'appareil qui lui sert à faire ses expériences sur l'air raréfié, et qui se compose d'une cloche métallique, à l'intérieur de laquelle on fait le vide, au moyen d'une puissante machine pneumatique.

« A 2 h. 30, dit-il (pression extérieure 758 millimètres), j'entre et je m'installe assez à mon aise dans le cylindre, ayant avec moi un sac rempli d'air extrêmement riche en oxygène; à côté de moi un moineau dans une cage. A 2 h. 37 la porte est fermée; la dépression commence sous l'action de la machine pneumatique. 2 h. 58 : pression 590 millimètres, pouls 70; je suis à une dépression correspondant à peu près à la hauteur de Mexico, 2150 mètres; 3 h. 19 : 450 millimètres, pouls 84; c'est la dépression de Calamarca, par 4150 mètres; j'ai quelques sentiments de nausées. 3 h. 14 : 450 millimètres, le pouls s'abaisse à 80, les nausées disparaissent; j'ai le ventre un peu gonflé, je me sens la face congestionnée, avec quelques légers éblouissements. 3 h. 17 : 430 millimètres, pouls 84; je respire trois fois de l'oxygène, mon pouls tombe à 78, j'ai quelques éblouissements. A 3 h. 21 la pression n'est plus que 418 millimètres, ce qui correspond à la hauteur du Mont-Blanc, 4800 mètres; mon pouls a continué de descendre après quelques respirations d'oxygène, il n'est plus qu'à 70; à chaque respiration un éblouissement. »

Dans cette expérience, les inspirations d'oxygène étaient intermittentes; leur effet, au contraire, était instantané. Le bien-être revenait avec la disparition des nausées.

M. Paul Bert, ainsi que nous l'avons dit, conseille donc, pour combattre les effets de la diminution de pression, quand on s'élève très-haut, de respirer de l'oxygène pur.

« J'ai la conviction, dit M. Paul Bert, que Crocé-Spinelli et Sivel vivraient encore malgré leur séjour si prolongé dans les hautes régions, s'ils avaient pu respirer de l'oxygène. Ils auront malheureusement perdu brusquement la faculté de se mouvoir; les tubes adducteurs de l'air vital auront subitement échappé de leurs mains paralysées. »

Nous ne savons si la respiration de l'oxygène pourrait suffire, comme le pense M. Paul Bert, à garantir la vie des aéronautes dans les régions d'une hauteur excessive, c'est-à-dire à 8000 ou 9000 mètres. Mais comment l'individu pourrait-il respirer l'oxygène quand les muscles de sa poitrine ne peuvent plus soulever ses côtes, et que son diaphragme est impuissant à refouler ses viscères abdominaux distendus par les gaz? M. Paul Bert ne tient pas compte de la diminution de pression opérée brusquement, et qui cause des hémorrhagies nasales, pulmonaires, cérébrales, etc.

Ne sait-on pas combien est dangereux, foudroyant, l'arrêt subit de la respiration. Qu'une quinte de toux suspende, pour quelques secondes seulement, la respiration, et l'on voit quelquefois l'individu tomber sans connaissance. Quand la respiration vient à manquer à l'homme pour le plus petit espace de temps, il n'a plus conscience de lui-même, et il est hors d'état d'accomplir le plus simple des mouvements, qui pourrait être son salut.

Nous croyons donc, dans un intérêt d'humanité, qu'il faut conseiller aux aéronautes, non de se munir de ballonnets pleins d'oxygène pour braver les altitudes de 8000 à 9000 mètres, mais tout simplement de ne pas commettre la témérité d'atteindre à ces hauteurs. La catastrophe du 15 avril 1875 est une leçon funeste qui doit être constamment présente à l'esprit des voyageurs aériens.

Si l'air ou l'oxygène raréfié produisent des phénomènes pathologiques très-graves, l'oxygène condensé, — fait bien étrange, et en apparence contradictoire, — produit des effets tout aussi redoutables. Ce résultat inattendu a été mis hors de doute par les expériences de M. Paul Bert. Ce physiologiste a reconnu que l'oxygène condensé exerce sur l'économie vivante une véritable action toxique. Si l'on place un chien dans de l'oxygène pur, à la pression de 5 ou 6 atmosphères, ou, ce qui revient au même, dans de l'air ordinaire, à la pression de 2 atmosphères, l'animal présente des symptômes véritablement effrayants. Il est en proie à des convulsions analogues à celles que produit la strychnine.

Ces accidents se manifestent dès que le sang artériel du chien, au lieu de la proportion normale de 18 à 20 centimètres cubes d'oxygène par 100 centimètres cubes, en contient 28 ou 30. La mort de l'animal arrive si la proportion atteint 35 centimètres cubes. L'oxygène condensé est donc un véritable poison.

Les êtres inférieurs qui provoquent la fermentation des matières organisées, sont également détruits par l'oxygène condensé, et c'est ainsi que M. Paul Bert est arrivé à cette découverte remarquable, que, pour prévenir la putréfaction des matières animales, celle des viandes par exemple, il suffit de les conserver dans l'air ou dans l'oxygène comprimé. L'air comprimé tue les ferments vivants qui auraient provoqué la putréfaction, et toute putréfaction est ainsi prévenue.

M. Paul Bert s'est appliqué à rechercher la nature de l'altération produite dans les phénomènes nutritifs sous l'influence d'un

excès d'oxygène. Ce que l'on constate souvent, c'est une diminution des phénomènes d'oxydation occasionnés par une moindre absorption d'oxygène et un abaissement de la proportion d'acide carbonique contenu dans le sang.

M. Paul Bert a été ainsi amené à cette conclusion, que l'air comprimé à un certain degré tue tous les êtres vivants, et que cet effet résulte, non de la *pression* de l'air, considéré comme agent physico-mécanique, mais de la *tension* de l'oxygène comprimé. En effet, sous l'influence de l'oxygène à forte tension, les combustions corrélatives au mouvement vital sont diminuées ou même supprimées ; en un mot, une oxygénation trop forte des tissus en empêche l'oxydation.

L'asphyxie peut arriver, avons-nous dit, par l'inspiration de gaz autres que l'oxygène. L'asphyxie par les gaz délétères a pour type l'asphyxie par l'*oxyde de carbone*. C'est le gaz oxyde de carbone qui joue le rôle essentiel dans l'asphyxie par la *vapeur de charbon*.

Le globule du sang subit le premier l'action du gaz oxyde de carbone. Ce gaz toxique vient prendre la place de l'oxygène dans l'hémoglobuline, et l'hémoglobuline combinée à ce gaz délétère est impropre à entretenir la combustion des tissus.

Ajoutons que certains gaz agissent directement comme principes toxiques sur les tissus vivants. Il ne s'agit plus alors d'*asphyxie* proprement dite, au point de vue de la *respiration*, c'est-à-dire de privation d'oxygène, mais d'un empoisonnement produit par un gaz. Les composés du cyanogène sont des poisons gazeux de cet ordre.

D'autres gaz ont sur la vie de l'homme la même influence fatale. Citons d'abord l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène arsénié. Ces deux gaz, mêlés à l'air, exercent sur l'économie une action éminemment délétère. Signalons encore le gaz hydrogène carboné, si souvent fatal aux mineurs, le chlore, le gaz nitreux, le gaz ammoniac à l'état libre ou combiné, qui fait partie de l'atmosphère des fosses d'aisances. L'asphyxie est promptement déterminée par la respiration de l'air contenant de faibles proportions de ces agents méphitiques.

V

D'OU VIENT

LA CHALEUR DE NOTRE CORPS?

Une image parlante. — Persistance extraordinaire de la température du corps humain dans les pays chauds et dans les pays froids. — L'homme a la faculté de résister à de prodigieuses variations de température. — Idées des anciens philosophes sur la chaleur naturelle de l'homme. — Une métaphore poétique passe à l'état de théorie physiologique. — Doctrine de la *chaleur innée* admise par Hippocrate, Aristote, Galien et les médecins de l'antiquité. — Persistance de cette théorie jusqu'au dix-huitième siècle. — Lavoisier crée la théorie chimique de la chaleur animale. — Impression profonde produite par la théorie de Lavoisier. — Objections à cette théorie. — Lagrange et Hassenfratz, Spallanzani, William Edwards, combattent cette théorie. — Recherches de Dulong et Despretz. — Le calorimètre de Dulong et Despretz. — Recherches de Victor Regnault sur la même question. — Objections à la théorie chimique. — Brodie et Chossat mettent en avant le système nerveux comme cause de la chaleur animale. — Notre théorie : « La chaleur animale est le résultat du calorique dégagé par les diverses réactions chimiques qui s'effectuent dans la respiration, la digestion, l'assimilation, les sécrétions; le tout s'exécutant sous l'influence du système nerveux. » — Réponse aux objections que l'on peut élever contre cette théorie. — Études des principaux faits qui se rapportent à la chaleur naturelle du corps humain. — Quelle est la température la plus élevée que l'homme puisse supporter ? — Les servantes du four banal de Larochefoucauld. — Expériences de Tillet sur les animaux en 1760. — Expériences faites par les physiologistes anglais sur la température que l'homme peut supporter dans des étuves sèches ou humides. — L'évaporation de la sueur explique la résistance aux températures élevées. — Remarques de Benjamin Franklin, en 1758. — Opinion de Changeux. — Expériences de Delaroche et Berger en 1806, démontrant que l'évaporation de la sueur est la cause de la résistance de l'homme aux températures élevées. — Quelles sont les limites de la résistance de l'homme à l'abaissement de température ? — Faits constatés par les voyageurs dans les régions polaires arctiques. — Expériences du chirurgien Currie pour déterminer les limites de l'abaissement de température que l'homme puisse supporter. — Variations de la température de notre corps suivant les régions et les organes. — Abaissement graduel de la température à mesure que l'on s'éloigne du cœur. — Variation de la chaleur du corps humain selon le régime, l'âge, l'état de

santé ou de maladie. — Quantités de chaleur dégagées par le corps humain dans l'intervalle de vingt-quatre heures. — A quoi sert la chaleur de notre corps? — Elle se convertit en mouvement, elle est l'agent de la contraction musculaire. — Curieuses observations du docteur Lortet dans son ascension du Mont-Blanc, en 1869. — La force musculaire est de la chaleur transformée. — Le système musculaire est un producteur de force plus économique que la machine à vapeur. — Le soleil est, en définitive, la cause première de la chaleur animale. — La science moderne renouvelle les idées de l'antiquité sur l'identité d'origine de la vie et de la chaleur.

Tu t'es certainement demandé bien des fois, ami lecteur, d'où provient la chaleur naturelle de ton corps, cette chaleur qui ne te fait jamais défaut, qui ne te manque ni jour ni nuit, que tu transportes partout avec toi, sous tous les climats, au Nord comme au Midi; cette chaleur qui est notre partage pendant l'enfance et la jeunesse, aussi bien dans l'âge mûr que dans la vieillesse, et qui se maintient toujours au même degré, en dépit des saisons. A cette question il n'est pas facile de répondre avec certitude. L'auteur va cependant essayer de contenter la légitime curiosité du lecteur. Il lui demandera seulement la permission, pour bien poser la question, d'entrer en matière par une image parlante.

Prenons un homme, un vase plein d'eau froide contenant des œufs frais, et un plateau, sur lequel on aura placé des pommes crues et de la pâte de pain. Mettons le vase contenant l'eau froide et les œufs dans la main droite de notre homme; plaçons sur sa main gauche le plateau contenant les pommes et la pâte de pain, et faisons entrer le tout dans un four de boulanger, chauffé à la température ordinaire de la cuisson du pain, c'est-à-dire $+ 120^0$. Laissons l'individu exposé, pendant 7 à 8 minutes, à cette température. Savez-vous ce qui arrivera au bout de cet intervalle de temps? Lorsque l'homme sortira du four, l'eau sera en ébullition, les œufs seront durs, le pain sera cuit et les pommes seront rissolées. Quant à notre individu, il aura assurément souffert de son séjour dans cette enceinte brûlante; il sera inondé de sueur, sa respiration et les battements de son cœur seront très-accélérés; mais, en fin de compte, il finira par se remettre « d'une alarme si chaude » et pour reprendre les forces qu'il aura perdues, il pourra faire, avec le pain, les œufs durs et les pommes cuites, un *lunch* réparateur.

Maintenant, supposez le même homme transporté dans les régions arctiques, dans ces latitudes polaires qui ont été visitées, pendant notre siècle, par tant de voyageurs, à la suite

des expéditions de Parry, de Ross, de John Franklin, de Simington, d'Elisa Kane, de Burton, etc., etc. On sait que dans ces parages septentrionaux la température s'abaisse jusqu'à — 40°, c'est-à-dire que le mercure du thermomètre s'y congèle. Si donc nous supposons le même homme transporté, avec son vase plein d'eau et ses pommes, dans ces latitudes hyperboréennes, on verra l'eau et les pommes se geler. Quant à l'homme, s'il est convenablement protégé par ses vêtements, s'il est soutenu par la nourriture et l'exercice contre les rigueurs du climat, il pourra passer des hivers entiers sans que sa santé souffre sensiblement de son séjour dans ces régions glaciales.

Ainsi, notre homme aura supporté sans périr une variation de température qui va de + 120° à — 40°, c'est-à-dire une échelle de 160° du thermomètre.

Ce que nous venons de dire n'est point une hypothèse, un simple jeu de l'imagination. Dans l'exposé historique que nous allons présenter, on verra que trois servantes d'un boulanger de l'Angoumois, dont le physicien Tillet a raconté l'histoire, en 1873, entraient tous les jours dans un four chauffé à + 120° et même à + 150°, et y restaient cinq à six minutes sans la moindre souffrance, puisqu'elles s'occupaient tranquillement à balayer le four ou à retourner les pains.

Nous pouvons ajouter qu'en 1811 un individu, que l'on nommait *l'homme incombustible*, étonnait les Parisiens par son séjour dans un four de boulanger, pendant qu'un gigot y cuisait et que des pains et des pommes s'y rissolaient, à dire d'expert.

Et l'homme n'est pas le seul à pouvoir s'exposer sans inconvénients notables à des sauts aussi extravagants du thermomètre. Des oiseaux tels que des poules, des mammifères tels que des chiens, ont été soumis par l'académicien Tillet et par d'autres expérimentateurs dont nous aurons à citer plus loin les noms, à des températures dépassant le degré de l'ébullition de l'eau.

D'un autre côté, le capitaine Parry, dans son voyage aux régions polaires, a pris la température du corps de plusieurs animaux, alors que le thermomètre indiquait — 35°. Dans cette atmosphère glaciale, la chaleur du renard se maintenait à + 41° et celle d'un loup à + 40°.

Notre image n'était donc pas une hypothèse de fantaisie.

Ce qu'il y a d'étrange en tout cela, c'est la constance du de-

gré de température de l'homme et des animaux. Quelle que soit l'intensité du froid ou l'excès de la chaleur, la température de notre corps est toujours exactement de + 37° à + 38°. Que l'homme séjourne dans les régions équatoriales où le thermomètre s'élève à + 45°, la température de son corps ne varie pas; elle reste fixée sensiblement à + 37° à + 38°. Que le même individu se transporte aux latitudes polaires, par des froids qui peuvent atteindre jusqu'à — 70°, son corps, au moins dans ses parties centrales, reste toujours à la température de + 37°.

L'homme et les animaux ont donc la faculté extraordinaire, on pourrait dire merveilleuse, de résister à de prodigieuses variations de température, et de conserver sensiblement le même degré de chaleur naturelle, quelle que soit la température de l'air extérieur.

Les physiologistes donnent le nom de *calorification* à cette propriété remarquable de l'organisme, et de *chaleur animale* au calorique spécialement propre à l'homme et aux animaux.

Un phénomène naturel aussi remarquable a dû frapper de très-bonne heure l'esprit des savants. Aussi trouve-t-on, dès l'origine de la science humaine, des essais d'explication de la chaleur propre au corps humain.

Deux mille ans avant J.-C., les premiers philosophes observateurs, c'est-à-dire les prêtres hindous, avaient vu la vie éclore, dans toute la nature, sous l'influence des rayons solaires. Ils avaient vu des myriades d'êtres s'animer, sur la terre et dans l'eau, en présence de la lumière et de la chaleur du soleil. La vie, l'existence ne furent donc considérées par ces premiers philosophes que comme un effet direct de la chaleur. Quand cette chaleur était épuisée, la vie s'éteignait avec elle. La chaleur, c'était la vie; le froid, c'était la mort.

Originaire de l'Inde, cette opinion se retrouve dans les doctrines de Pythagore; et les poètes de la Grèce, éloquents vulgarisateurs de la science antique, l'ont consacrée dans leurs vers. On trouve dans Homère, dans Pindare, la *chaleur* prise comme symbole de la *vie*, et le *froid* comme signe de la *mort*. On croyait, en outre, que ce qui se passe dans les évolutions des saisons, se passe également dans le corps de l'homme. De même que les premières chaleurs indiquent le printemps, elles indiquaient la

jeunesse, pour les poètes de l'antiquité; et de même que la neige annonce l'hiver, le froid présageait pour eux la vieillesse et la mort.

Ces idées étaient fort poétiques. Mais des métaphores des poëtes les savants eurent le tort de faire une théorie. On

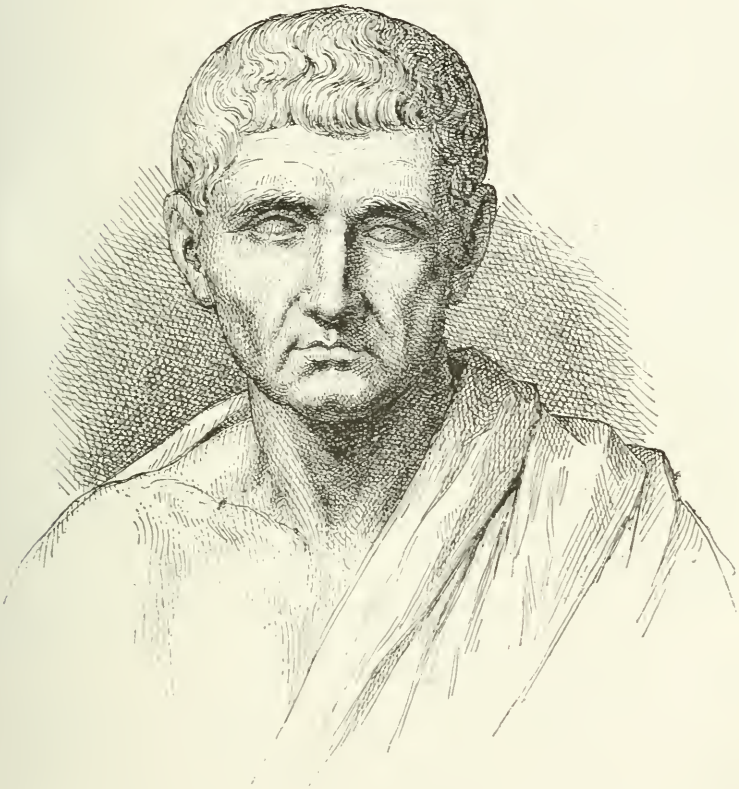


Fig. 69. Aristote.

mit au propre ce qui était au figuré; on introduisit dans la science de l'homme la langue et les images des rhéteurs. Hippocrate posa en principe que la *chaleur animale* est une propriété spéciale aux êtres vivants, une fonction physiologique essentielle, c'est-à-dire accordée en don par la nature. On ne chercha

donc pas, chez les anciens, à expliquer la cause de la chaleur qui est propre aux êtres vivants; on l'admit comme une fonction qui caractérisait, pour ainsi dire, la vie, et on ne s'inquiéta que de fixer le siège anatomique de la source de cette chaleur.

Aristote et Galien professèrent, avec l'autorité immense qui s'attachait à leur nom et à leur génie, le dogme de la chaleur *innée* à l'homme ainsi qu'aux animaux. Cette théorie régna chez les médecins de l'antiquité tant que dura l'autorité des écrits d'Aristote et de Galien. Avec Aristote et Galien, on plaçait le foyer de la chaleur animale dans le cœur. Seulement, les uns tenaient pour Aristote, qui prétendait que le ventricule droit est le foyer du corps humain, et les autres pour Galien, qui affirmait que ce rôle appartenait au ventricule gauche. On ne cherchait aucunement d'ailleurs à prouver la vérité de l'hypothèse *de la chaleur innée*. On l'admettait comme une vérité démontrée, et l'on était si bien convaincu que le cœur est le siège de la chaleur naturelle à l'homme, que certains prétendaient que le cœur est assez chaud pour que la main qui le toucherait directement, pendant la vie, ressentît une sensation de brûlure.

Cette idée de la chaleur *innée* aux êtres vivants s'est maintenue dans la science pendant le moyen âge et la Renaissance. Elle a même été professée jusqu'au dix-huitième siècle. Barthez admet de plain pied la *calorification* comme une fonction essentielle à l'homme.

C'est que, pour trouver l'explication de la chaleur animale, il fallait posséder une science qui manquait encore. Nous voulons parler de la chimie.

Le lecteur a appris, dans le chapitre consacré à la respiration, comment Lavoisier, à la fin du siècle dernier, créa la théorie chimique de la respiration. Nous avons ajouté que l'explication de la chaleur animale ne fut qu'une application, un simple corollaire, de cette découverte de Lavoisier, que l'oxygène, en brûlant les corps combustibles, provoque un grand dégagement de chaleur. La chaleur animale fut donc considérée par notre immortel chimiste comme le résultat du calorique dégagé pendant la combustion du sang qu'opère l'oxygène de l'air.

La théorie chimique de la chaleur animale émise par Lavoisier a joui longtemps d'une faveur universelle. On peut même

dire qu'on n'a eu qu'à la compléter, car on n'a fait de nos jours qu'ajouter à la combustion du sang par l'oxygène de l'air, comme origine de la chaleur animale, une seconde cause, à savoir la nutrition.

Il y avait cependant dans la théorie de Lavoisier quelque chose de choquant, d'inacceptable, au point de vue scientifique. C'était le fait que le poumon fût le théâtre unique de la combustion respiratoire. On répugnait à localiser ce phénomène dans le tissu pulmonaire. Ainsi que nous l'avons déjà dit, à propos de la respiration, le mathématicien Lagrange formula le premier, au commencement de notre siècle, l'objection fondamentale contre cette théorie. Lagrange fit remarquer que si la combustion du sang par l'oxygène de l'air s'opérait réellement dans le poumon seul, cet organe devrait s'échauffer au point d'être exposé à de graves lésions. Lagrange conclut de cette remarque que le poumon n'est sans doute que l'organe de l'absorption de l'air ou du gaz oxygène ; — que le gaz oxygène absorbé par le poumon se répand dans le sang, — qu'il va agir, dans les vaisseaux, sur les principes du sang, — et que l'acide carbonique et la vapeur d'eau qui résultent de l'action de l'oxygène sur le sang, se dégagent ensuite, par la voie du même organe, c'est-à-dire par le poumon. Il y aurait donc dans le poumon simple échange entre l'atmosphère, dont l'oxygène pénètre dans le sang, et le sang veineux, qui laisse échapper son gaz acide carbonique.

Cette interprétation réunissait en sa faveur le suffrage des physiologistes ; mais il restait à en démontrer la vérité par l'expérience. Spallanzani apporta cette preuve.

Spallanzani, en plaçant des escargots dans une éprouvette contenant de l'azote et de l'hydrogène, et constatant que ces animaux laissaient dégager du gaz acide carbonique, bien qu'il leur fût impossible d'absorber de l'oxygène, prouva, comme nous l'avons déjà dit à propos de la respiration, que le gaz acide carbonique ainsi exhalé se trouvait dans le sang avant l'expérience, et qu'il se dégageait dans la nouvelle atmosphère où l'on plaçait l'animal. Enfin, avons-nous ajouté, William Edwards répéta l'expérience de Spallanzani, avec le même succès.

Cependant la théorie de la chaleur animale conçue par Lavoisier continuait de séduire les physiologistes. L'Académie des sciences de Paris mit cette question au concours. Deux mémoires importants lui furent adressés : l'un par le physicien Dulong,

l'autre par le physicien Despretz. L'un et l'autre travail tendaient au fond à confirmer, par l'expérience, la vérité de la théorie de Lavoisier, qui considère la chaleur animale comme l'effet à peu près unique de la combustion respiratoire.

Le mémoire de Dulong fut communiqué à l'Académie des sciences le 2 décembre 1822, et celui de Despretz fut couronné par la même Académie, dans la séance du 2 janvier 1823.

Nous réunirons les deux travaux dans la même description, car les appareils dont les deux physiciens ont fait usage, sont sensiblement les mêmes.

Dulong et Despretz reproduisaient la théorie de Lavoisier, et ils se servaient du calorimètre, comme l'avait fait Lavoisier; mais ils perfectionnaient la méthode de l'illustre chimiste. En effet, Lavoisier avait mesuré la chaleur perdue par un animal en un temps donné, et recueilli l'acide carbonique formé par la respiration de l'animal, dans le même espace de temps; mais quoique opérant avec le même animal, il avait fait deux expériences distinctes. Dulong et Despretz exécutèrent sur le même animal les deux déterminations à la fois, c'est-à-dire qu'ils mesurèrent la chaleur dégagée et recueillirent l'acide carbonique produit par le même animal dans une seule expérience.

L'appareil employé par Dulong et Despretz était le *calorimètre à eau* de Lavoisier et Laplace, dont la figure 70 représente les éléments essentiels.

Cet appareil consiste en un vase A, à l'intérieur duquel on place le corps dont on veut mesurer le calorique, et qui est entouré de glace à l'extérieur. La glace fond, par l'effet de la chaleur du corps contenu dans le calorimètre, et en recueillant, par le tube B, et pesant cette eau, on a, comparativement à d'autres corps, la mesure de la chaleur propre au corps enfermé dans l'appareil.

Dulong et Despretz plaçaient dans le calorimètre à eau un panier d'osier (que nous représentons en l'agrandissant dans la figure 71), contenant l'animal dont ils voulaient apprécier le calorique en un temps donné. Un thermomètre, *t*, indiquait à chaque instant la température de l'eau qui entourait l'animal. Un gazomètre, que nous supprimons sur cette figure, envoyait à l'animal enfermé dans le calorimètre le volume d'air nécessaire à sa respiration, volume que l'on mesurait avec soin. Le

gaz acide carbonique produit par la respiration de l'animal était recueilli à la sortie du calorimètre, par des tubes à potasse, au moyen de dispositions particulières qu'il est inutile de représenter ici.

Sans entrer dans le détail d'expériences qui n'offrent aujourd'hui aucun intérêt, nous dirons que Dulong et Despretz, chacun de son côté, arrivèrent à conclure que l'oxygène absorbé par la

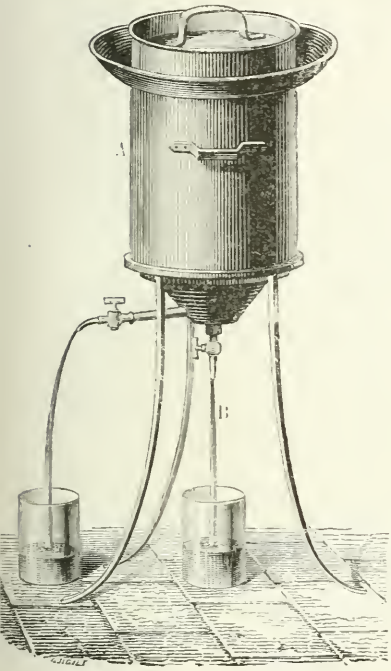


Fig. 70. Calorimètre à eau de Dulong et Despretz.

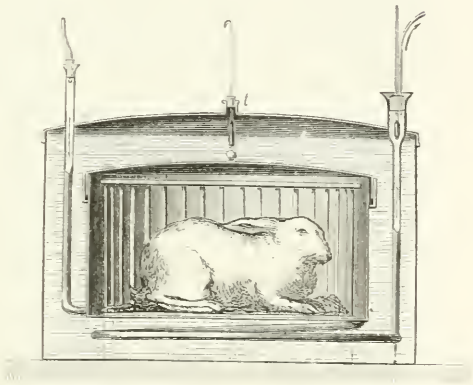


Fig. 71. Coupe (agrandie) de l'intérieur du calorimètre contenant l'animal mis en expérience.

respiration développe presque toute la chaleur propre à l'animal, c'est-à-dire les 92 centièmes de cette chaleur.

Les conclusions de Dulong et Despretz ont été vivement attaquées par les physiciens venus après eux, et l'on a mis en évidence les nombreuses causes d'erreur qui existent dans l'appareil dont ces physiciens faisaient usage. Il suffira de quelques considérations pour montrer que les appareils qui ont été employés par Dulong et Despretz n'ont pu amener aucun

résultat sérieux, et pour faire voir que la question a été jugée par ces deux physiciens comme bien plus simple qu'elle ne l'est réellement, car elle présente une complication qui la placera longtemps encore au-dessus des ressources de la science.

Voici les principales causes d'erreur qu'a dû entraîner l'emploi du calorimètre à eau.

1° Une partie de la chaleur de l'animal n'est point cédée à l'eau et, par conséquent, n'est point accusée par le thermomètre : c'est celle qui produit dans ses poumons la vaporisation de l'eau et le dégagement de gaz azote en excès qui a été observé pendant l'expérience.

2° L'animal a perdu, dans le calorimètre, une notable partie de sa chaleur, qu'il a abandonnée aux parois de l'enceinte, plus froide que lui. En effet, il sort de l'appareil plus froid qu'il n'y était entré, et l'on ne tient pas compte de la chaleur ainsi perdue. Cette chaleur ne provient que du rayonnement de l'animal, et elle est attribuée aux réactions chimiques de la respiration, ce qui a fautivement augmenté la source de chaleur abandonnée par l'animal. On se convaincra facilement, en examinant les tableaux qui accompagnent le mémoire de Despretz, que les animaux qui présentent les températures naturelles les plus élevées sont ceux qui se refroidissent le plus vite.

3° Enfin, l'animal n'est pas exposé aux conditions habituelles de sa vie. Il respire un air saturé d'humidité par le gazomètre et le réservoir à eau, et, de plus, ce même air est chargé de gaz acide carbonique en proportion notable, provenant de sa respiration.

Ainsi, les conditions de l'appareil sont fautives.

Mais les plus graves difficultés de l'étude expérimentale de la chaleur animale n'ont pas leur siège dans les instruments. Celles qui se trouvent hors de la portée des instruments, sont à peu près insurmontables.

On suppose que l'oxygène, dans la respiration, produit de l'acide carbonique et de l'eau, et on calcule la chaleur sur ces données.

Pour ce qui est de l'acide carbonique, il est évidemment produit durant la respiration, mais on en calcule la chaleur d'après celle que développe, dans nos appareils, le charbon brûlant librement à l'air. Or il est bien manifeste que, dans l'organisme, l'oxygène ne trouve pas de charbon libre à brûler. Comme nous

ignorons quelle est la combinaison sur laquelle l'oxygène porte son action, nous ne pouvons pas évaluer la chaleur produite, puisque nous ne pouvons la rechercher expérimentalement[1]. Il est bien reconnu que le charbon libre ou le charbon combiné donnent des quantités de chaleur très-différentes en brûlant. Voilà une cause d'erreur bien grave.

On admet, en second lieu, en constatant que l'acide carbonique produit ne représente pas la totalité de l'oxygène inspiré, que cet excès d'oxygène a disparu en formant de l'eau avec l'hydrogène, et l'on calcule sur cette donnée. Mais rien n'indique qu'il se produise simplement de l'eau au moyen de l'hydrogène du sang. Il est plus probable que l'oxygène entre en combinaison avec quelques matières organiques, qu'il ne forme aucunement de l'eau, et, en conséquence, qu'il développe bien moins de chaleur qu'on ne l'admet en supposant l'hydrogène libre brûlé.

Ce qui montre que des combinaisons bien plus compliquées se produisent, c'est que durant la respiration il y a une exhalation notable d'azote. Cet azote provient de la décomposition de certaines combinaisons effectuées dans le sang. Par conséquent, l'oxygène produit des composés plus complexes que l'eau.

Les multiples causes d'erreur qui existaient dans l'appareil de Dulong et Despretz annulent, aux yeux des physiologistes de nos jours, les conclusions tirées par Despretz de ses recherches, à savoir que la respiration représente à elle seule, sinon la totalité, du moins une partie très-considérable (les 92 centièmes) de la chaleur propre à l'animal.

Les mêmes recherches furent reprises en 1850 par Victor Regnault et Reiset, dans un appareil beaucoup mieux combiné, mais plus compliqué que celui de Dulong et Despretz. Victor Regnault et Reiset ont conclu de leurs expériences, faites d'ailleurs avec un soin infini et dans des appareils parfaitement appropriés à ce genre de recherches, que la respiration ne représente que 70 pour 100 environ de la chaleur propre à l'animal.

Mais, nous le répétons, les expériences faites avec le calorimètre, aussi bien avec celui de Dulong et Despretz qu'avec celui

1. A certaines époques, le végétal produit de l'acide carbonique, et il est facile de voir que ce gaz accompagne la destruction au sein des plantes de certaines matières, comme le sucre des racines ou des tiges, ou la fécule des graines. Bien évidemment, dans ce cas, l'acide carbonique est un produit de réaction compliquée, et ne provient pas d'une simple combustion du carbone libre.

de Victor Regnault et Reiset, ne peuvent être admises en témoignage, par les raisons exposées plus haut. Les déterminations expérimentales faites dans le système de vues qui guidait Victor Regnault, comme il avait guidé Dulong et Despretz, sont entachées de causes d'erreur presque inévitables. On pensait alors que la question était simple et du domaine des physiciens ; on sait aujourd'hui qu'elle est d'une complication extrême, et du ressort des physiologistes. La chaleur produite en nous dépend d'une foule de réactions internes, obscures et insaisissables. Les unes donnent de la chaleur, les autres en absorbent. Pour comparer la chaleur perdue par un animal, en un temps donné, à celle que produisent les réactions chimiques dans son économie vivante, il faudrait connaître toutes les actions qui se passent dans le corps de l'animal, et pouvoir évaluer toute la chaleur qu'il engendre. On conçoit, en effet, que s'il résulte de ces réactions une combinaison qui, n'étant pas volatile, reste fixée dans son corps, on ne peut la recueillir au dehors et en calculer les données calorifiques. Dès lors la solution du problème est impossible. Or ne peut-on pas assurer d'avance qu'il doit en être ainsi, c'est-à-dire que les éléments des tissus animaux, albumine, fibrine, chondrine, osséine, gélatine, etc., se forment par suite de ces combinaisons, et qu'on ne peut tenir compte de leur formation, puisqu'elles restent emprisonnées dans les tissus ?

Il faudrait, pour pouvoir procéder avec confiance à de telles recherches, tenir les animaux enfermés dans le calorimètre de Victor Regnault et Reiset six mois ou plus, jusqu'à ce que les matières organiques formées par la combinaison de l'oxygène au dedans du corps fussent, à leur tour, par le fait de réactions nouvelles, détruites et amenées au dehors. On conçoit la difficulté de semblables expériences.

De nos jours, les physiologistes ont calculé la chaleur que peut donner la destruction, au sein de nos tissus, des aliments transformés dans les organes digestifs, et ils ont reconnu que la chaleur résultant de la combustion de ces aliments, c'est-à-dire la nutrition, doit représenter une certaine partie de la chaleur propre au corps de l'animal considéré.

Ainsi, dans les idées modernes, la respiration ne donnerait qu'une partie du calorique qui est propre au corps humain. La

nutrition fournirait le reste. Telle est l'opinion qui prédomine aujourd'hui et que l'on trouve exposée dans les ouvrages de physiologie.

On peut reprocher à cette manière d'expliquer la chaleur ani-

Fig. 72. Victor Regnault.

male d'être un peu arbitraire, et de n'être qu'un complément, non suffisamment justifié, de l'ancienne théorie de Lavoisier.

Au commencement de notre siècle, deux physiologistes, l'un anglais et l'autre français, Brodie et Chossat, imaginèrent une théorie toute différente de celle de Lavoisier. Ils rapportèrent à

l'action exclusive des nerfs la source de la chaleur animale. Ajoutons enfin que quelques physiologistes de notre siècle, parmi lesquels il faut ranger Burdach et les médecins allemands, trouvent la source de la chaleur animale dans l'action réciproque des nerfs et du sang.

Il serait trop long de soumettre chacune de ces théories à un examen particulier, pour montrer leurs défauts ou leur utilité relative. Nous suivrons une marche différente. Nous exposerons, d'une manière dogmatique, la théorie qui nous paraît le mieux en harmonie avec les faits ; et comme elle diffère d'une manière assez notable des systèmes énoncés plus haut, ces derniers se trouveront naturellement jugés dans leur ensemble, si nous parvenons à établir la vérité de notre propre théorie.

Nous résumerons en deux propositions l'explication qu'il faut donner, selon nous, de la chaleur du corps humain :

I. — La chaleur animale est le résultat du calorique dégagé par les diverses réactions chimiques qui s'effectuent dans tous les phénomènes de la nutrition, à savoir la digestion, l'assimilation, la respiration et les sécrétions.

II. — Toutes les fonctions nutritives s'exécutant sous l'influence du système nerveux, la chaleur animale est sous la dépendance immédiate du système nerveux.

Ces propositions exigent quelque développement.

Nous ne rapportons pas, on le voit, la source de la chaleur animale à une force occulte placée dans l'organisme, et destinée, comme le voulaient Hippocrate et Galien, ainsi que les médecins de l'antiquité et comme le veulent encore les vitalistes purs, à lui fournir, en vertu d'un mécanisme essentiellement mystérieux, le calorique dont il a besoin, la *chaleur innée*, comme l'appelaient les anciens. L'activité vitale est bien, en définitive, la cause première et essentielle du phénomène, mais elle accomplit cette action au moyen de conditions matérielles très-manifestes.

En disant que le système nerveux préside à l'entretien de la chaleur par ce fait qu'il provoque l'exercice des fonctions de nutrition, destinées elles-mêmes à produire secondairement le calorique, nous adoptons, mais sous une autre forme et avec des conditions différentes, l'opinion des vitalistes modernes. Selon Barthez, la chaleur se produit par un mécanisme inconnu, propre à la force vitale. Pour nous, le système nerveux, c'est-

à-dire l'agent essentiel de la vie, développe la chaleur du corps humain, en présidant aux phénomènes chimiques de la nutrition, de la respiration et des sécrétions.

Nous ne partageons pas l'opinion des chimistes qui trouvent la source unique de chaleur dans la respiration, et qui pensent, avec Lavoisier, que ces deux phénomènes vitaux peuvent se mesurer l'un par l'autre. La respiration n'est point la cause exclusive de la chaleur de notre corps. Elle en développe peut-être une quantité notable, parce qu'elle s'effectue sur une large échelle et d'une manière continue; mais la digestion, la nutrition et les diverses sécrétions, propres à l'animal, actions si obscures et encore insaisissables pour nous, concourent à produire une quantité notable de cette chaleur.

Peut-on, par exemple, mettre en doute que la digestion et l'assimilation produisent de la chaleur? N'est-il pas évident qu'après le repas nous sentons notre calorique naturel singulièrement accru, et qu'un bon dîner remplace un bon feu? Quand on dit qu'un verre de vin nous *réchauffe*, on exprime une vérité toute physique, en même temps que morale. Il y a dans la digestion et l'assimilation une source évidente de calorique, et plusieurs physiologistes, en calculant la quantité d'aliments ingérés, ont pu en déduire la dose de calorique dégagée par la combustion de chacun de ces aliments.

Ainsi, la digestion et l'assimilation développent de la chaleur; mais d'autres actions physiologiques développent, au contraire, du froid. L'air qui s'échappe de nos poumons est chargé de vapeur d'eau. C'est ce qui est sensible par les temps froids et secs, où l'on voit l'*haleine*, comme on le dit, c'est-à-dire l'air expiré, former une sorte de brouillard, qui n'est autre chose que de la vapeur d'eau provenant de l'intérieur de notre poitrine. Pour passer, dans le poumon, de la forme liquide à l'état de vapeur, l'eau a absorbé une certaine quantité de chaleur. Il y a donc une cause de refroidissement dans la transpiration pulmonaire.

Une autre cause de refroidissement résulte de la production des gaz dans l'économie. Pour prendre l'état gazeux, les liquides doivent emprunter du calorique, et ils l'empruntent aux matières liquides ou solides au milieu desquelles ils se produisent.

Certaines substances, en se dissolvant dans l'eau, développent

du froid. Si cette dissolution s'opère dans l'estomac, il y a là une nouvelle cause de refroidissement.

Nos aliments et nos boissons introduits froids dans le corps en abaissent la température, et il faut que notre calorique naturel parvienne à les réchauffer.

Enfin, l'atmosphère, en quelque pays qu'on se trouve, est en hiver bien plus froide que notre corps. Le rayonnement du corps humain est une cause constante de refroidissement.

La chaleur du corps humain n'est donc pas un phénomène simple, mais la *résultante calorifique* des diverses actions qui se passent dans l'économie. Notre chaleur naturelle provient de la compensation effectuée entre la chaleur dégagée au sein de nos organes par certaines actions chimiques, et le froid développé par d'autres. La respiration, par exemple, produit de la chaleur, en même temps que du froid. Si la digestion et l'assimilation produisent de la chaleur, le rayonnement du corps dans une atmosphère froide, l'introduction des boissons et des aliments froids sont des causes de refroidissement. Tous ces effets, nous le répétons, se compensent, et notre chaleur naturelle n'est que la *résultante* de ces causes agissant en sens divers. Il faut donc qu'un agent supérieur, — et c'est pour nous le système nerveux, c'est-à-dire la cause primitive de tout phénomène vital, — vienne diriger, régulariser, harmoniser toutes ces influences, les faire concourir au but commun et définitif de la production de la chaleur au sein de nos organes.

Après avoir fait comprendre le système d'idées qui nous semble le mieux expliquer la chaleur animale, nous irons au-devant des objections que l'on fera à cette opinion, ce qui nous fournira d'ailleurs le moyen de la préciser et de la confirmer davantage. Ces objections sont les suivantes :

1° *L'homme et les animaux supportent des températures extrêmement élevées sans que leur propre température atteigne celle du milieu qui les entoure. Cependant, dans ces conditions, leur nutrition et leur respiration ne sont pas sensiblement modifiées.*

La résistance de l'homme à des températures très-élevées est un fait bien connu; mais il n'est pas difficile de l'expliquer.

Des expériences que nous rapporterons plus loin, ont prouvé que l'évaporation qui s'effectue à la surface du corps de l'animal placé dans une enceinte échauffée, suffit, jointe à la mau-

vaise conductibilité de son corps, pour s'opposer à la transmission de la chaleur. Une expérience de William Edwards lève tous les doutes à cet égard. Une grenouille qui supporte une température de + 60° dans l'air sec, meurt en moins de deux minutes, si, au lieu de la placer dans l'air, qui offre un espace éminemment avide de vapeur d'eau, on la plonge dans l'eau à + 40°. Une température de + 40° dans l'eau n'est supportée par aucun batracien. Dans les étuves humides, c'est-à-dire saturées de vapeur d'eau, un animal peut succomber si l'air est échauffé à + 50° seulement, et les individus que l'on a vus entrer dans des fours ou des enceintes échauffées n'y seraient pas restés deux minutes, si l'air eût été saturé de vapeur. En 1811, un individu fit grand bruit, à Paris, sous le nom de *l'homme incombustible*. Cet homme entrait dans un four de boulanger, et il y restait assez longtemps pour rapporter un gigot de mouton cuit et des pommes cuites par la chaleur du four. Mais *l'homme incombustible* n'entrait dans le four qu'environné d'un épais vêtement de laine. Cette circonstance, qui étonnait le vulgaire, donne, au contraire, l'explication du fait. La laine, substance mauvaise conductrice, arrêtait la transmission de la chaleur, et permettait à l'individu de supporter assez longtemps, sans en souffrir, la température du four.

Ainsi, une température sèche de + 80° dans un gaz est facilement supportée, à cause des diverses circonstances qui défendent l'animal de son action; mais dans un air saturé d'humidité le séjour est déjà très-pénible, car les moyens de défense commencent à manquer; enfin, dans l'eau chaude, qui présente l'expérience dans sa plus grande rigueur, l'équilibre de chaleur s'établit rapidement, et la mort est inévitable. Nous reviendrons, du reste, sur cette question, avec plus de détails, dans la suite de ce chapitre.

2° *L'homme et les animaux résistent à des abaissements très-considérables de température.*

Ce fait ne peut pas être invoqué, plus que le précédent, contre la théorie que nous avons exposée. En effet, la résistance au froid est un effet purement physiologique. L'organisme réagit, comme à l'ordinaire, contre les agents nuisibles, et le système nerveux, stimulé, accroît les sources chimiques de la chaleur.

Si les hommes conservent une température qui ne varie que très-peu quelle que soit la contrée qu'ils habitent (+ 35°,5

à + 38° sont les deux chiffres extrêmes trouvés par John Davy), il faut rapporter cette résistance à la différence du régime et des quantités de nourriture. Si l'habitant de la zone glaciale possède une température naturelle à peu près égale à celle de l'habitant des climats brûlants des tropiques, c'est que le premier consomme au moins deux fois autant de nourriture que l'autre. L'Anglais, le Norvégien, mangent beaucoup et font usage de condiments énergiques, parce qu'il faut une alimentation forte et un régime excitant pour produire de la chaleur et combattre le froid des régions septentrionales. Le Napolitain se nourrit de salade, parce qu'il n'a pas à perdre de calorique par le rayonnement, vu l'élévation de la température ambiante.

3° *Le phénomène de la mort apparente est une objection contre toute théorie chimique de la chaleur animale expliquée par la respiration et la nutrition.*

On a souvent reproduit contre l'opinion des chimistes l'objection des *morts apparentes;* mais dans aucune observation de ce genre il n'a été prouvé que la respiration ait cessé. Le corps est froid, mais la respiration persiste, quoique très-ralentie. Les mouvements musculaires ne la trahissent pas, mais l'action de l'air sur le sang continue de s'exercer, quoique à un degré très-faible. L'homme est alors dans le cas des animaux inférieurs, des animaux à sang froid, qui demeurent à la température du milieu extérieur, parce que leur respiration a très-peu d'activité.

4° *L'hibernation des animaux qui résistent sans prendre de nourriture à l'influence du froid, est une autre objection à la même théorie.*

Cette objection perdra de sa valeur si l'on remarque : 1° que les animaux hibernants ont presque toujours la température du milieu qui les environne, et qu'ils ressemblent alors aux animaux à sang froid; 2° que ces animaux doivent brûler leur graisse, et que le travail de nutrition effectué par l'élaboration nutritive de la graisse, joint à la respiration, suffit pour produire la faible chaleur qu'ils présentent dans l'état de sommeil hibernal.

Ainsi, les objections que l'on élève contre notre théorie, peuvent être facilement réfutées, et cette théorie rend compte, il nous semble, de presque tous les faits connus. Elle fait comprendre, en effet :

1° La résistance des animaux aux températures extérieures;

2° Le refroidissement de l'animal, que l'on constate après la

section ou la ligature de certains nerfs, comme l'a vu Claude Bernard, ou après l'excision de la moelle épinière, selon les curieuses expériences de Brodie et de Chossat ;

3° Le refroidissement des membres dont on a lié à la fois l'artère et le nerf;

4° L'augmentation de la chaleur par les exercices musculaires ;

5° La production de chaleur qui accompagne l'ingestion des substances excitantes, et peut-être les causes morales violentes.

En résumé, respiration, digestion, assimilation, sécrétions, telles sont les sources de la chaleur propre au corps humain, et ces fonctions étant sous la dépendance du système nerveux, il faut joindre ce dernier élément à l'énumération des causes complexes qui concourent à produire notre chaleur naturelle.

Connaissant maintenant l'explication que donne la science de l'origine de la chaleur naturelle au corps humain, nous pourrons exposer quelques-uns des faits les plus intéressants qui se rapportent à cette question.

Et d'abord, demandons-nous quel est le degré de résistance de l'homme à la chaleur, c'est-à-dire quelle est la plus haute température que l'homme puisse supporter? Une opinion émise par Boerhaave a longtemps arrêté les progrès de la science à cet égard. Boerhaave avait dit que la vie était possible seulement dans un milieu dont la température était la même que la température normale du corps de l'homme. Cette doctrine résultait d'expériences que Boerhaave avait fait entreprendre par Fahrenheit, mais qui avaient été mal exécutées. L'opinion de Boerhaave, bien que vivement combattue par Haller, régna longtemps parmi les physiologistes.

Cependant les faits n'avaient pas manqué pour dissiper cette erreur. En 1748, Linning avait publié, à Charlestown, des observations sur la résistance de l'homme à la chaleur, et le naturaliste Adanson, de 1749 à 1753, avait fait connaître, dans la relation de ses voyages, des observations de résistance de l'homme à des températures extrêmement élevées. En 1758, Henri Ellis avait signalé les températures extrêmement élevées de certaines vallées de la Georgie. Duntze, observateur consciencieux, avait placé des chiens dans des étuves chauffées à + 42°, et ces animaux n'avaient aucunement souffert.

En dépit de tous ces faits, l'opinion de Boerhaave continuait à être professée, lorsqu'un membre de l'Académie des sciences de Paris, le médecin Tillet, fut chargé, en 1760, de se rendre dans l'Angoumois, avec l'agronome Duhamel, pour étudier certaines questions qui intéressaient l'agriculture de cette province. Nos deux savants apprirent là que, dans le bourg de Larochefoucauld, trois jeunes filles, attachées au service du four public, restaient cinq et même dix minutes dans ce four, quoiqu'il fût encore assez chaud pour cuire de la viande et des pommes.

Tillet fut curieux de s'assurer par lui-même de ce fait, et il reconnut que les trois jeunes filles supportaient réellement pendant dix minutes, sans en ressentir le moindre inconvénient, une température de + 132° centigrades, et pendant cinq minutes une température de + 138°.

Revenu à Paris, Tillet se livra, sur des animaux, à des expériences, qui lui permirent de vérifier le fait *in anima vili*, et en 1763 il lut à l'Académie des sciences un mémoire *Sur les degrés extraordinaires de chaleur auxquels l'homme et les animaux peuvent résister*. Après avoir rapporté le fait des trois servantes du bourg de Larochefoucauld, qui restaient dix minutes dans le four où cuisaient le pain et les viandes, Tillet exposait les expériences qu'il avait entreprises lui-même sur les animaux. Il avait laissé des chiens, des chats, des oiseaux, des lapins, dans un four de boulanger, sans qu'il en résultât d'accidents fâcheux pour ces animaux. Il avait laissé un lapin sept minutes et même une demi-heure dans un four chauffé à + 72°, et il l'avait retiré vivant. Un bruant et un poulet avaient pu supporter pendant quatre et dix minutes une température de + 79°.

Tillet avait ouvert une voie d'expériences qui fut promptement parcourue par d'autres observateurs. En 1775, les médecins anglais Fordyce, Blagden, Banks, Sorlander et Dobson répétèrent, en les développant beaucoup, les expériences de Tillet.

Fordyce se plaça dans une étuve chauffée par des tuyaux de poêle et par de l'eau bouillante, et il y supporta successivement, pendant dix minutes, une température de + 43°, pendant vingt minutes une température de + 49°, et pendant un quart d'heure une température qui s'éleva graduellement de + 48 à + 54°. Or, pendant que Fordyce était exposé à ce degré de chaleur, un thermomètre placé sous sa langue ne marquait que + 37°, c'est-à-dire la température habituelle de son corps en plein air.

Dans cette première série d'expériences, on avait opéré dans l'air humide, puisque c'était l'eau bouillante qui chauffait en partie l'étuve. On opéra ensuite dans l'air sec. Blagden, Banks, Sorlander et Fordyce supportèrent une température de + 92°. Banks put rester seul sept minutes dans l'étuve sèche chauffée à + 99°. Et pendant que le thermomètre marquait dans l'étuve ces températures élevées, il restait stationnaire à + 37° dans la bouche de l'expérimentateur.

En se plaçant dans une étuve sèche, Banks supporta, pendant huit minutes, une température de + 128°, et pendant douze minutes une température de + 110°.

Dobson entra seul dans l'étuve de l'hôpital de Liverpool, et ensuite avec d'autres personnes, dans une autre enceinte, chauffée à + 107°. Banks supporta pendant dix minutes une température de + 94°. Un porteur de l'hôpital de Liverpool passa sans souffrir vingt minutes dans l'étuve à + 99°. Un jeune homme séjourna dix minutes dans cette même enceinte chauffée à + 106°. Or le thermomètre placé sous la langue de chacun de ces trois expérimentateurs se maintenait à + 37° ou 38°.

Il était démontré par toutes ces expériences que, contrairement à l'opinion de Boerhaave, l'homme et les animaux peuvent résister à des températures bien supérieures à celle de leur sang. Mais comment pouvait-on expliquer cette résistance énergique à la chaleur?

Il est remarquable que Benjamin Franklin ait le premier trouvé l'explication physique de ce phénomène vital. Dans sa seconde *Lettre au docteur Linning sur le rafraîchissement par l'évaporation*, publiée en 1758, Franklin explique ce phénomène par l'évaporation. Il cite plusieurs faits semblables qu'il a observés et explique par le froid que produit à la surface du corps l'évaporation de la sueur, le maintien de la température normale des hommes exposés à l'action des rayons solaires.

Franklin rapporte que les moissonneurs de la Pensylvanie, lorsqu'ils travaillent sous l'action d'un soleil brûlant, ne sont pas incommodés par cette chaleur tant qu'ils continuent à suer, mais qu'ils succombent si la sueur s'arrête. C'est pour cela, ajoute Franklin, que ces travailleurs, pour entretenir leur sueur, boivent abondamment un mélange d'eau et de rhum. Il rappelle encore la résistance qu'opposent les jeunes pousses d'arbres à l'action échauffante du soleil, et explique cette résis-

tance par l'évaporation constante des liquides qui baignent les tissus de l'arbre. Si l'éventail est, dit Franklin, un moyen de refroidissement de la face, c'est que l'agitation de l'air accélère l'évaporation de la sueur, évaporation qui est une cause de refroidissement.

Franklin avait donc fort bien compris comment l'évaporation est la cause de la résistance que les êtres organisés opposent à une chaleur extérieure anormale.

L'explication donnée par Franklin était si simple, si satisfaisante, que l'on ne comprend pas comment elle ne fut pas adoptée par les expérimentateurs anglais. C'est que tout ce qui venait alors d'Amérique était suspect ou désagréable aux savants de la Grande-Bretagne, l'ennemie du moment. De même que les physiciens de l'Angleterre s'obstinaient à rejeter, à combattre et même à ridiculiser le paratonnerre, invention américaine, invention de Benjamin Franklin, de même les physiologistes repoussaient toute idée nouvelle venue des provinces rebelles du Nouveau-Monde. Cependant Blagden avait reconnu que dans l'étuve sèche chauffée à + 110° degrés il avait éprouvé un malaise très-marqué, malaise qui s'était promptement dissipé à la suite d'une sueur abondante. Dans une étuve chauffée à + 113° le même observateur avait mis deux vases, dont l'un était plein d'eau et l'autre plein d'eau recouverte d'une couche d'huile; et il avait observé que l'eau du premier vase ne s'échauffait pas au delà de + 60°, tandis que l'eau recouverte d'une couche d'huile entrait en ébullition. Blagden avait reconnu là un effet de l'action réfrigérante de l'évaporation, mais il avait ajouté :

« Cette influence doit contribuer sans doute à conserver de la fraîcheur au corps vivant dans les hautes températures, mais ce doit être, pour ainsi dire, *en gros*, et cette compensation n'est point à la mesure des besoins de l'animal pour maintenir, dans des circonstances très-variées, une température fixe et uniforme. Il y a donc une autre *prévision* préparée par la nature, en rapport plus immédiat avec la *force vitale*, et qui est *probablement son moyen principal* pour la conservation de l'équilibre admirable de température qu'on observe dans l'individu vivant; ce moyen déploie sans doute plus d'énergie à mesure que l'évaporation est moindre, et *vice versa*. »

Du reste, deux autres physiologistes anglais, Cullen et Hunter, avaient également déclaré que l'évaporation est insuffisante pour maintenir la température du corps dans les circonstances qui nous occupent.

Au contraire, les savants français et allemands inclinaient vers l'explication de Franklin.

En 1776, un naturaliste français, Changeux, s'attaqua à la prétendue *puissance vitale destructive de la chaleur* admise par Blagden, et il ajouta :

« L'intérieur du corps est rafraîchi par la respiration, et l'extérieur par

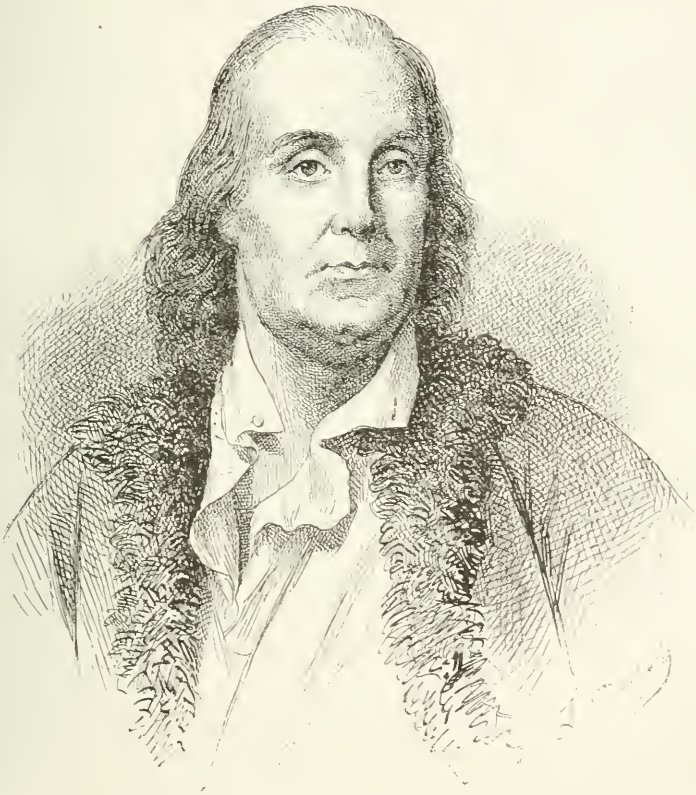


Fig. 73. Franklin.

l'*évaporation* de l'humeur fournie par la *transpiration*, jusqu'à ce que, les *humeurs étant desséchées* et les forces abattues, le corps succombe. »

Dans l'état d'incertitude où se trouvait cette question, il était nécessaire de procéder à de nouvelles expériences. Deux savants

français, Delaroche et Berger, l'un physicien d'un rare mérite, qui devait bientôt être enlevé à la science, et l'autre médecin, reprirent l'étude de l'influence de l'évaporation sur le refroidissement du corps humain.

Le mémoire de Delaroche et Berger *Sur les effets qu'une forte chaleur produit sur l'économie*, parut en 1806. Il renferme le détail des nombreuses et remarquables expériences faites par Delaroche et Berger, qui prouvent, d'une façon non douteuse, que la théorie de Franklin est la seule vraie.

Delaroche et Berger se placèrent eux-mêmes dans des étuves, tantôt sèches, tantôt humides.

Dans l'air sec, Berger put supporter, pendant sept minutes, une température de + 109°. On peut rappeler, à ce propos, que Banks était resté huit minutes dans une étuve sèche chauffée à + 128° et que l'une des servantes de Larochefoucauld restait dix minutes dans un four chauffé à + 132°.

Dans l'air humide, Delaroche ne put supporter que dix minutes et demie un bain de vapeur dont la température s'éleva graduellement de + 37 à + 51°. Berger ne put rester que douze minutes dans une étuve humide dont la température varia de + 41 à 54°.

Deux expériences faites par Delaroche et Berger mettent bien en évidence le rôle prépondérant que joue l'évaporation, comme moyen de défense opposé par les animaux à l'action du calorique extérieur.

Delaroche et Berger placèrent dans une étuve sèche, dont la température varia de + 52 à + 61°, des éponges mouillées, un alcarraza plein d'eau et une grenouille vivante. La température naturelle de la grenouille était de + 21°; on avait chauffé l'alcarraza et les éponges à + 38° et + 41°. Or le vase, les éponges et la grenouille prirent, en un quart d'heure, la même température, et restèrent à + 37° pendant les deux heures que dura l'expérience.

« Le vase et les éponges, dit M. le professeur Gavarret, dans l'article *Chaleur animale* du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales* [1], perdirent à peu près 3 degrés, la grenouille, au contraire, en gagna 16, pour atteindre, les uns et les autres, la température compatible avec celle de l'étuve et la vitesse de l'évaporation et pour se maintenir invariablement à 15 ou 20 degrés au-dessous de l'état thermique de l'air ambiant. »

1. Page 69, tome IX. Paris, 1874.

Dans une seconde expérience, Delaroche et Berger prirent un lapin vivant et un alcarraza plein d'eau, l'un et l'autre à la même température, et les placèrent dans une étuve sèche, qui fut chauffée de + 60 à + 87°. L'expérience fut prolongée jusqu'à la mort du lapin. En pesant le lapin et l'alcarraza, on trouva que l'évaporation avait été sensiblement la même pour le lapin et pour l'alcarraza. A la fin de l'expérience, le lapin n'avait que 2°,5 de plus que l'alcarraza[1]. C'était donc l'évaporation de sa sueur qui avait refroidi l'animal.

Dans l'eau chaude, la résistance est bien moindre que dans l'air humide. Le médecin Lemonnier a constaté sur lui-même qu'il supportait sans inconvénients un bain de vapeur à + 37°,77, et qu'il pouvait le prolonger 30 minutes sans ressentir de malaise. Mais dans l'eau chauffée à + 44° il ne put rester plus de six minutes. La sueur inondait son visage, tout son corps était rouge et gonflé. Au bout de sept minutes, il était extrêmement agité ; son pouls était très-fort et très-fréquent. Au bout de huit minutes, il fut obligé de sortir du bain, à cause de la congestion qui le menaçait.

Ainsi, la résistance de l'homme à la chaleur extérieure, très-considérable dans l'air sec, est plus faible dans l'air humide et nulle dans l'eau chaude. C'est que les gaz secs sont plus mauvais conducteurs de la chaleur que les liquides. En outre, à poids égaux, la chaleur spécifique de l'eau étant 1, celle de la vapeur d'eau est 0,475 et celle de l'air n'est que 0,237. L'eau chaude doit donc communiquer beaucoup plus de calorique qu'un bain de vapeur, et un bain de vapeur plus que l'air sec. Dans l'air chaud et dans le bain de vapeur, la sueur se dégage à l'état de vapeur, et par le refroidissement que provoque cette évaporation, le corps est refroidi ; mais dans le bain d'eau chaude il n'y a pas d'évaporation ; par conséquent, ce moyen de refroidissement manque complètement. De là l'impossibilité de supporter un bain d'eau très-chaude.

Une chaleur excessive ne peut être ressentie par l'homme sans que son économie en soit gravement atteinte. Dans un bain d'air humide à + 54°, le pouls de Fordyce battait 139 pulsations par minute. Dobson constata dans les trois expériences qu'il fit, que son pouls avait donné, dans la première expé-

1. Ibid. page 70.

rience, de 65 à 120 pulsations, dans la seconde de 75 à 164, dans la troisième de 80 à 224 par minute. Delaroche et Berger constatèrent la même accélération de leur pouls.

On a également noté, mais d'une manière moins constante, l'accélération des mouvements respiratoires et un sentiment d'oppression. Ce n'est qu'à la fin des expériences faites dans les étuves sèches que les sujets ont éprouvé de l'angoisse et de la gêne dans la respiration.

La résistance opposée par l'homme à l'action des chaleurs extrêmes n'est donc pas absolue. La vie est menacée par cette lutte, que l'on ne pourrait prolonger quelque temps sans péril. Une cause toute physique, l'évaporation du liquide de la transpiration, permet sans doute à l'homme de se maintenir au-dessous de la température élevée d'une atmosphère sèche ou humide. Le refroidissement qui résulte de la transpiration est l'arme que nous accorde la nature pour défendre notre existence contre l'action du calorique ambiant. Mais cette résistance a des bornes. Il existe certainement un *point critique*, une limite, que la température de notre corps ne peut atteindre, même momentanément, sans que la vie soit sérieusement menacée. Ce terme critique de température pour l'homme paraît être + 45°.

Les cas de mort par excès de chaleur sont rares dans nos climats tempérés, mais ils sont fréquents sous certaines latitudes. Dans la traversée de la mer Rouge, qui est réputée le parage le plus chaud du globe, beaucoup de passagers succombent par cette cause. Le vent chaud du désert africain, le *simoun*, dont la température peut s'élever, pendant son court passage, jusqu'à + 50 degrés, amène souvent la mort des hommes ou des bestiaux.

Franklin, dans sa *Lettre au docteur Linning*, que nous avons déjà citée, dit que dans les campagnes de la Pensylvanie il n'est pas rare que des moissonneurs tombent frappés de mort par la chaleur.

A New-York, les étés sont si brûlants que, chaque année, un certain nombre d'habitants des campagnes ou de la ville succombent à l'excès de la chaleur. C'est par ce genre de mort que fut enlevé, dès son arrivée à New-York, Prévost-Paradol, rédacteur du *Journal des Débats*, envoyé, en 1870, par le gouvernement impérial, comme ambassadeur aux États-Unis, et qui succomba à peine débarqué.

Le missionnaire Gaubil rapporte qu'en 1743, à Pékin, 11 450 personnes moururent subitement par l'effet d'une chaleur qui parut extraordinaire. Le thermomètre ne marquait cependant que + 43°.

Nous pouvons ajouter que les morts par suite de chaleur excessive frappent assez souvent les animaux dans nos pays, et que l'on ne connaît pas bien la cause de ces accidents. L'asphyxie, la syncope, la congestion pulmonaire, la congestion cérébrale, sont souvent ici associées, comme causes de mort.

Par les fortes chaleurs, des chevaux tombent sur le pavé de Paris, et ne se relèvent pas toujours.

Un petit animal exposé au soleil, un lapin par exemple, peut être tué dans les mêmes conditions, s'il est condamné à l'immobilité.

L'homme possède contre le froid extérieur des moyens de résistance plus puissants que ceux qui le défendent de l'action des atmosphères trop chaudes. Nous allons examiner cette nouvelle question, c'est-à-dire étudier l'influence qu'exerce sur nous le froid du dehors.

Le voyageur Delisle a vu à Korengo, en Sibérie, en 1738, l'homme et les animaux supporter un froid de — 70°. A Iénisséi, le 16 janvier 1735, le thermomètre descendit au même degré, et en 1760 il descendit à — 71°,5. Dans tous ces cas, la température de l'homme et des animaux se maintenait au degré normal, c'est-à-dire à + 37°.

Le capitaine Parry, dans son voyage aux régions polaires, prit avec soin la température de plusieurs animaux par des froids excessifs. Pendant que le thermomètre marquait — 35°, il trouva que la température d'un renard était de + 41°,1, celle d'un loup de + 40°,2.

Par des températures aussi basses, le mouvement est absolument nécessaire à l'homme et aux animaux. Dans l'immobilité, l'animal gèle comme une statue, et l'homme périt infailliblement s'il s'abandonne à un sommeil, dont malheureusement le besoin est souvent alors presque irrésistible.

C'est pour s'être abandonnés au sommeil que périrent, dit-on, pendant l'hiver de 1709, deux mille soldats de l'armée de Charles XII, roi de Suède.

Personne n'ignore que la retraite de Russie, en 1812, fut terrible sous ce rapport. Combien de nos malheureux soldats suc-

combèrent pendant ce désastreux retour, au milieu des plaines glacées de la Russie et de l'Allemagne! Le sommeil qui s'emparait des hommes arrêtés dans leur marche, était le prélude de leur mort. Aussi était-il expressément recommandé, par les ordres du jour de l'armée, de ne laisser aucun homme s'endormir quand le froid commençait à paralyser ses forces (fig. 74).

Les expéditions dans les régions polaires arctiques s'étant beaucoup multipliées de nos jours, on a pu observer, dans bien des circonstances, les effets qu'exerce sur l'homme un froid excessif. Nous trouvons résumées d'une manière concise ces observations dans une communication faite en 1876 à la Société de géographie de Vienne par un officier qui faisait partie de l'expédition du *Tégetthoff*, envoyée en 1874, par le gouvernement autrichien, dans les parages du pôle nord.

Le lieutenant Payer vit, dans une de ses excursions en traîneau, le thermomètre descendre jusqu'à — 39°,6.

Sous l'influence de ce froid, les voyageurs, quand ils voulaient boire du rhum, ne pouvaient toucher de leurs lèvres les coupes en métal : elles leur faisaient éprouver la sensation d'une brûlure. La liqueur alcoolique n'avait ni chaleur ni force; elle était sirupeuse comme de l'huile et fade comme de l'eau. Quand on voulait fumer, les cigares et les pipes se couvraient d'aiguilles de glace.

A ce degré de froid, la volonté est paralysée, la démarche incertaine. On bégaie en voulant parler ; les idées deviennent lourdes et lentes, et l'on est comme dans un état d'ivresse. L'évaporation qui s'opère à la surface de la peau, occasionne une soif ardente. Quand on avale de la neige, on éprouve la sensation d'un corps très-chaud ; mais il est dangereux de se désaltérer avec de la neige, qui détermine des inflammations violentes de la gorge, du palais et de la langue.

Des vapeurs formées par la transpiration enveloppaient les explorateurs lorsqu'ils traversaient des champs de glace. La condensation de ces vapeurs se faisait sous forme de paillettes de givre, qui, en tombant à terre, produisaient un léger bruissement. L'air était humide, et pourtant une sensation désagréable de sécheresse se faisait sentir.

On pouvait percevoir les sons à de grandes distances. A 80 mètres, on entendait aisément une conversation faite à voix ordinaire. L'affaiblissement du goût et de l'odorat était très-sensible,

Fig. 74. La retraite de Russie.

les forces étaient diminuées ; les yeux se fermaient involontairement. La plante des pieds devenait insensible lorsqu'on s'arrêtait.

Quand le refroidissement des organes a atteint la limite à laquelle se solidifient leurs éléments liquides, cette solidification s'effectue presque subitement. C'est du moins ce qu'il faut admettre d'après le changement subit de couleur qui se montre dans les parties gelées.

Le capitaine Ross, dans le récit de son expédition aux régions polaires, a écrit ce qui suit :

« Après quelque séjour dans une température qui ne peut nuire, il suffit de tourner un angle pour être exposé à quelque courant d'air, dont l'effet est aussi soudain qu'inévitable. La partie frappée de congélation change immédiatement de couleur. Celui qui éprouve cet accident est le seul qui ne s'en aperçoive pas. »

Le capitaine Ross faillit lui-même être victime d'un accident de ce genre, dans une excursion qu'il faisait en compagnie de plusieurs Esquimaux. Un coup de vent, arrivant d'une vallée, lui gela une joue. Un de ses compagnons de voyage s'en aperçut au changement de couleur de la face. Aussitôt il s'empressa de frotter avec de la neige la partie malade. Ross continua sa route, sans autre dommage, grâce à la précaution qu'il prenait de tenir sa main appliquée sur sa joue.

A quel degré de froid l'homme est-il menacé de mort? Le chirurgien anglais Currie fit, en 1792, des expériences pour éclairer ce point.

Il fit placer un homme dans un bain de mer à + 4°. La température du corps du patient était de + 35° ; dès qu'il fut plongé dans l'eau, elle descendit à + 28°. Elle remonta, treize minutes après, à + 33° et demeura stationnaire, à quelques variations près, pendant dix-neuf minutes. Alors elle recommença à descendre irrégulièrement, mais rapidement ; en trois minutes, elle était à + 29°. L'individu, étant resté trente-cinq minutes dans l'eau, était en proie à un violent frisson ; on jugea prudent de le faire sortir du bain froid. Pour le ramener aux conditions normales, on le plaça dans un bain chauffé à + 35°, que l'on porta graduellement jusqu'à + 42°. Il recouvra en vingt minutes sa chaleur première, et le séjour dans un lit bien chaud amena son retour à la santé.

Cette expérience avait été exécutée par le chirurgien Currie, en 1792, pour expliquer ce qui avait pu arriver pendant le naufrage d'un navire anglais aux hommes de l'équipage. Voici ce qui s'était passé. Une partie de l'équipage était demeurée plongée dans l'eau, dont la température était de + 3° à + 4°, celle de l'air étant de 0°,56 à 1°,11. Tous ces hommes, bien que plongés dans l'eau, avaient été tourmentés par la soif, mais, malgré le froid qu'ils ressentaient, ils n'avaient pas éprouvé de tendance à l'assoupissement, ils ne s'étaient pas laissés aller au sommeil, précurseur de la mort. Ils avaient, au

Fig. 75. Un naufrage en 1792.

contraire, combattu par des mouvements incessants l'engourdissement qui envahissait leurs extrémités inférieures. Au contraire, le capitaine du navire, le maître d'équipage et le cuisinier se trouvaient placés de manière à être tour à tour plongés dans l'eau ou à découvert, et exposés ainsi à la pluie et au vent (fig. 75). Glacés par le froid, ils n'avaient pas tardé à s'affaiblir, à être pris de troubles intellectuels et de mouvements convulsifs, et à succomber.

Currie a conclu d'autres expériences rapportées dans son mémoire que la température de — 19° dans l'air est déjà menaçante pour la santé, et qu'à — 25° la mort serait presque inévitable si

Fig. 76. Accoutrement des deux lieutenants autrichiens Payer et Weyprecht, dans leur voyage de découvertes au pôle nord en 1874.

l'individu n'était pas soustrait promptement à l'influence réfrigérante, et réchauffé par des moyens énergiques et soutenus[1].

On sait pourtant que les voyageurs des régions polaires résistent à de plus basses températures; mais c'est au prix de beaucoup de soins, et grâce à des précautions de tout genre en ce qui concerne la nourriture et l'habillement. Un habit de fourrures épaisses, des bottes garnies de laine, un bonnet de fourrures, couvrant la plus grande partie de la face, en même temps que la tête, et toute sorte de précautions prises à l'intérieur des cabines, pour se préserver du froid extérieur, ne réussissent pas toujours à défendre les explorateurs des mers polaires du prodigieux abaissement de température du milieu environnant.

Le lieutenant Payer, dans son *Voyage de découvertes à 80°-83° de latitude nord*, fait avec le lieutenant Weyprecht, de 1872 à 1874, voyage relaté dans le *Tour du monde*, sous ce titre, l'*Odyssée du Tégetthoff*, décrit en ces termes l'accoutrement que doit revêtir l'explorateur des régions polaires.

« Voici, sans fausse honte, la tenue qu'il est indispensable d'adopter.

« Pour la marche, il suffit d'un long corsage en pure laine de brebis, avec une ceinture abdominale, deux fortes chemises de toile, un ou deux caleçons de laine, une bonne culotte de drap, une paire de mitaines ordinaires et un léger capuchon; rien de plus, quelle que soit la température. Pour les bourrasques de neige et pour la nuitée, il faut revêtir une redingote fourrée garnie d'un capuche, deux paires de gants de laine, une large muserolle de flanelle adaptée au capuchon, et un abat-vent de cuir solide destiné à préserver le visage de la congélation. Le masque de flanelle, avec échancrures pour le nez et la bouche, n'est que d'une faible efficacité, attendu qu'au bout de quelques heures la glace l'a rendu rigide; le meilleur moyen de se garantir du vent sans gêner la respiration, c'est de s'appliquer un châle sur la bouche. Comme la barbe, si courte qu'elle soit, se revêt bientôt, grâce à la buée de l'haleine, de solides cristalisations en forme de stalactites, il importerait de la couper entièrement avant le départ[2]. »

La figure 76 représente les deux lieutenants autrichiens revêtus du costume qui vient d'être décrit. Le lieutenant Payer est le même dont nous avons rapporté plus haut (page 308) les observations physiologiques sur les effets du froid.

Pour passer à un autre ordre d'idées, nous nous demanderons

1. Longet, *Traité de physiologie*, tome II, page 504, 3e édition, 1873.
2. *Le Tour du Monde*, 1876, deuxième semestre, page 369.

maintenant quel est le degré de chaleur des différentes parties du corps humain?

La chaleur de notre corps varie suivant les régions et les organes. « Aucune partie, dit P. Bérard, n'est plus chaude que le sang artériel contenu dans les cavités gauches du cœur. »

La température du sang artériel surpasse celle du sang veineux. C'est du moins un fait généralement admis, bien qu'il ait été fort incomplètement démontré par Claude Bernard.

Les poumons, le foie, la rate, sont presque à la même température que le cœur. Cependant Claude Bernard a constaté que le sang qui sort du foie a un degré de plus que le sang de la veine porte.

Les membres sont moins chauds que le tronc. Entre le creux de l'aisselle et le pied, on a trouvé une différence de 2 degrés.

Becquerel et Breschet ont constaté que les muscles ont une chaleur de 1 degré 1 4 ou même de deux degrés plus grande que le tissu cellulaire sous-cutané. Nous pouvons ajouter que les parties centrales du corps sont toujours de 2, 3 et 4 degrés au-dessus de la température du tissu cellulaire sous-cutané ou des parties profondes de la peau. Ce n'est que pour les animaux à fourrures ou à toison que la température, prise sous la peau, est à peu près celle des parties centrales.

Ce n'est donc que pour l'ensemble du corps, et surtout pour les parties centrales, pour les viscères, qu'il faut parler d'une température constante. Encore cette température centrale est-elle susceptible de certaines variations.

Il est facile, du reste, d'expliquer les différences de température que l'on observe selon les régions du corps humain que l'on considère.

L'évaporation, qui s'opère sans cesse à la surface de la peau, est, avons-nous dit, une des causes les plus actives de son refroidissement. En conséquence, toutes les parties qui, par une disposition quelconque, mettront obstacle au dégagement de la transpiration cutanée, ou qui pourront en retenir le produit à leur surface, jouiront d'une température comparativement plus élevée. Ainsi l'aisselle et le pli du bras, protégés par les rapports anatomiques des organes; la tête, abritée par les cheveux, seront, dans les conditions ordinaires, des parties plus chaudes que le reste du corps.

Toutes choses égales d'ailleurs, les parties de la surface du

corps les plus rapprochées du centre circulatoire présentent la température la plus élevée.

John Davy, examinant la température des divers organes d'un animal, détermina également celle de quelques-unes de ses parties extérieures, et il obtint les résultats suivants, qui viennent à l'appui de la proposition qui précède :

	Température.
Aine.	+ 40°
Genou.	+ 38°,89
Métatarse	+ 36°,11

On sait que dans les contrées boréales l'intensité du froid détermine souvent la congélation partielle du corps. Or, ce sont toujours les organes les plus éloignés du cœur, tels que le nez, les oreilles, les pieds, les mains, qui sont gelés les premiers.

Le fait de l'abaissement graduel de la température intérieure, à mesure que l'on s'éloigne du cœur, est confirmé par une observation faite par Becquerel et Breschet, dans leurs *Recherches sur la chaleur animale*. Ces expérimentateurs ont reconnu que la température du sang artériel s'abaisse d'environ un degré durant son trajet du cœur aux dernières divisions vasculaires. Cet abaissement de température est même quelquefois plus considérable.

Une expérience très-connue, que le chirurgien anglais Hunter a consignée dans son ouvrage sur *Le sang et l'inflammation*, fait encore ressortir la différence de température que présentent le tronc et les extrémités. Si l'on applique un vésicatoire sur le thorax, et un autre sur la jambe, que l'on prenne, avec le thermomètre, la chaleur de chacune de ces deux plaies, et qu'on la compare à celle des parties qui les environnent immédiatement, on trouve une différence bien plus grande à la jambe qu'à la poitrine.

La chaleur naturelle du corps humain est sujette à des variations selon le régime, l'âge, l'état de santé ou de maladie, qu'il n'est pas sans intérêt de connaître.

En ce qui concerne l'âge, William Edwards a prouvé que chez le nouveau-né la chaleur naturelle est moins grande que chez l'adulte. William Edwards trouva que chez trois enfants mâles, âgés d'un à deux jours, la température n'était que de + 36°,26.

Chez le vieillard, la chaleur naturelle est également moins

élevée que chez l'adulte. Chez les sexagénaires, elle est de 35° à 36° et chez les octogénaires de 34° à 35°, d'après des déterminations du même expérimentateur.

L'espèce d'aliments dont nous faisons usage n'a que peu d'influence sur notre chaleur naturelle. Au commencement de notre siècle, John Davy, frère de l'illustre chimiste Humphry Davy, voyageait en diverses contrées de l'Orient. Il s'appliqua à constater la température naturelle du corps d'individus pris à différentes latitudes et faisant usage d'aliments très-opposés. Or il ne remarqua pas de différences, sous le rapport de la chaleur animale, entre les Vaïdas, qui se nourrissent presque exclusivement de chair, et les prêtres de Boudha, qui ne vivent que de légumes.

Mais si la nature des aliments a ici peu d'influence, il en est autrement de leur quantité. Chossat a trouvé que des poules, des tourterelles, des lapins et des cochons d'Inde, tenus à l'abstinence, perdent graduellement de leur chaleur naturelle, et Hunter avait constaté le même décroissement chez d'autres animaux.

Pendant le sommeil, la température de notre corps s'abaisse sensiblement. On suppose que le refroidissement peut dépasser 2°. D'après Hunter, cet abaissement serait, chez l'homme, de 1°,5. Personne n'ignore que pendant le sommeil nous sommes plus accessibles au froid que pendant la veille. Beaucoup de maladies se contractent par le refroidissement nocturne, alors que l'on se découvre accidentellement.

Les enfants se refroidissent pendant le sommeil plus encore que les adultes. De là la nécessité de bien surveiller le couchage de l'enfant.

La température normale de notre corps subit de grandes variations pendant les maladies, et de nos jours la médecine prend en très-grande considération la température des malades, élément qui était absolument négligé autrefois.

Pour constater le degré de chaleur morbide, il ne faut pas s'en rapporter au malade, car rien n'est plus trompeur que ses sensations. On peut dire, d'une manière générale, que dans toute inflammation la température s'élève dans l'organe affecté. L'élévation de température peut aller à 2°,5. Dans les fièvres, la température du corps s'élève également.

Ce qui se passe dans les fièvres intermittentes prouve bien qu'il ne faut aucunement s'en rapporter au malade pour l'appréciation de ses sensations en ce qui concerne la chaleur du corps.

On sait que l'accès de fièvre intermittente se compose d'une période de frisson que suit une période de froid. Or M. Gavarret a constaté que dans la période de frisson, c'est-à-dire la première période de l'accès, alors que les malades grelottent, il existe une augmentation de température de 3 à 4 degrés. Dans la période de chaleur, la température peut s'élever de 6 degrés.

Dans une fièvre intermittente, en général, la température du malade est + 41° et + 42°; dans une fièvre continue, elle est de + 42°,8. Dans le choléra, au contraire, il y a une notable diminution de chaleur. MM. Girardin et Guimard n'ont trouvé chez un cholérique que + 27°,75 sous la langue, et aux pieds + 24°,69.

Dans la phthisie pulmonaire, la chaleur naturelle s'accroît sensiblement. Elle s'abaisse dans la paralysie. Mais des expériences faites par Becquerel et Breschet ont jeté quelques doutes sur ce dernier fait. M. Gavarret a expliqué ces contradictions en faisant remarquer qu'à l'entrée des malades à l'hôpital la température du membre paralysé est toujours inférieure de 1 à 2 degrés à celle du membre sain, mais que cette différence tend à disparaître quand la chaleur du lit permet une répartition plus uniforme de la température. On peut admettre, d'après cela, que les membres paralysés se refroidissent plus facilement que les membres sains.

On ne saurait donner d'explication plausible des variations de la température pendant les maladies. Il faut se borner à dire que la chaleur animale est sous l'influence du système nerveux, et que, le système nerveux étant profondément troublé dans les maladies, le calorique naturel doit subir des modifications correspondantes, mais dont il est impossible de trouver la clef dans l'état actuel de nos connaissances.

On peut se demander quelle est exactement la quantité de chaleur produite par le corps humain pendant un espace de temps déterminé, par exemple en vingt-quatre heures? Cette évaluation ne saurait être fournie par des expériences directes. On a donc essayé de l'évaluer indirectement.

Malheureusement, on a pris pour base de ce calcul la théorie de Lavoisier, qui attribue la source de la chaleur animale à la respiration seule, c'est-à-dire à la combustion directe de l'hydrogène et du carbone du sang par l'oxygène de l'air. On a déterminé la quantité de gaz acide carbonique exhalée en moyenne

dans la respiration de l'homme, et l'on a trouvé que l'homme adulte brûle, en 24 heures, en moyenne, 240 grammes de carbone. Connaissant la capacité calorifique du carbone, on en a déduit la quantité de chaleur développée par la combustion de cette quantité de carbone. On a fait le même raisonnement pour l'hydrogène du sang, et on a admis, d'après M. Dumas, que la quantité d'hydrogène brûlée par 24 heures par la respiration d'un homme adulte est de 20 grammes. De ces éléments réunis et de la capacité calorifique de l'hydrogène, on a déduit la quantité de chaleur développée pendant 24 heures par la combustion du charbon et de l'hydrogène du sang.

Mais ces calculs manquent de base, puisque la théorie de Lavoisier, qui attribue la source de la chaleur animale à la respiration seule, est aujourd'hui abandonnée, et qu'il est reconnu que la chaleur animale a pour source principale la nutrition et les secrétions, sources scientifiquement insaisissables.

Par ces considérations nous croyons superflu de rapporter ici les chiffres que l'on trouve dans les ouvrages de physiologie concernant la quantité de chaleur produite par le corps humain dans l'intervalle de vingt-quatre heures, chiffres auxquels on ne saurait accorder confiance.

A quoi sert la chaleur produite par la respiration, la digestion, la nutrition et les sécrétions? D'abord à maintenir notre corps à la température de + 37°, qui est sensiblement plus élevée que la température moyenne de l'air dans tous les pays, ensuite à compenser le refroidissement que produisent dans nos organes les boissons et les aliments pris à la température de l'air.

Mais notre calorique naturel a un troisième et plus important usage. Il se convertit en mouvement ; il est l'agent de la contraction musculaire. Expliquons-nous.

C'est une des plus belles conquêtes de la physique moderne d'avoir établi que dans la nature brute aucune force ne se perd. La chaleur animale est une force et elle ne se perd pas plus que toute autre force de la nature. La vapeur d'eau introduite sous le piston d'une machine à vapeur, quand elle se refroidit, se transforme en effort mécanique; ce qui arrive dans la nature brute se reproduit, d'après les travaux des physiciens modernes, au sein de nos organes.

Ce qui prouve que dans nos organes la chaleur sert à pro-

duire le mouvement, c'est-à-dire se convertit en mouvement musculaire, c'est que, suivant l'état de repos ou d'activité du muscle, on constate la manifestation d'une quantité plus ou moins grande de chaleur, qui est reconnaissable par le thermomètre. Quand un muscle fonctionne, il est facile de constater que sa température est plus élevée que dans le repos,

Fig. 77. Ascension au Mont-Blanc.

par suite de l'activité plus grande des phénomènes nutritifs dont il devient le siège.

M. Béclard a constaté, d'autre part, que la température du muscle s'accroît moins quand sa contraction est employée à produire un travail mécanique, que lorsque aucun travail n'accompagne sa contraction. C'est ce qui prouve, selon cet auteur, que l'augmentation de température indiquée par le thermomètre, quand la contraction est employée à produire un travail mécanique, n'est que le complément de la chaleur qui dans nos organes se transforme en travail.

Le docteur Lortet, aujourd'hui doyen de la Faculté des sciences de Lyon, fit, en 1869, une ascension au Mont-Blanc, dans laquelle il observa avec soin sur lui-même les effets physiologiques résultant de l'élévation. Il reconnut ainsi que, pendant qu'il montait, sa température baissait de 4 degrés, abaissement

très-considérable, puisque les variations de la température animale sont, en général, très-minimes. Lorsqu'il cessait de monter ou de marcher, sa température se relevait et revenait au degré normal, ce qui prouve que le refroidissement observé pendant l'ascension n'était pas dû à la température ni à l'action de l'air froid, mais bien à l'exercice, au mouvement. Ce refroidissement tenait au travail musculaire, à l'effort mécanique de l'ascension, qui nécessitait la transformation en mouvement d'une si grande quantité de chaleur, que celle qui se montre au thermomètre à l'état de liberté était considérablement réduite.

Le docteur Lortet, selon la recommandation des guides, prenait des aliments toutes les deux heures, et malgré ce surcroît de matériaux offerts à la production du calorique naturel, il ne parvenait pas à produire la quantité de chaleur habituelle, par suite de la dépense considérable de forces que nécessitait la fatigue de l'ascension, jointe à la raréfaction de l'air des montagnes.

Ces observations sont si intéressantes et si originales, que nous donnerons ici un extrait du mémoire dans lequel l'auteur les a consignées.

Le docteur Lortet fit ces observations dans deux ascensions successives, le 17 et le 27 août 1869. L'auteur s'exprime ainsi, en ce qui concerne la décroissance de température qu'il constata pendant la marche ou l'ascension.

« La température intérieure du corps a été prise avec le plus grand soin aux différentes altitudes. Le thermomètre était placé sous la langue, l'orifice buccal étant toujours hermétiquement fermé et la respiration ne s'effectuant que par le nez. Le thermomètre employé était un maxima à index de Walferdin, permettant d'apprécier entre + 30 et + 40° les centièmes de degré. La présence de l'index rendait la lecture facile et empêchait toute erreur. L'instrument a toujours été laissé en place pendant quinze minutes au moins, temps bien plus que suffisant pour lui permettre d'atteindre sa hauteur maxima.

« A jeun et exactement dans les mêmes conditions, *pendant la marche*, la décroissance de la température intérieure du corps est très-remarquable : elle est *à peu près proportionnelle* à l'altitude à laquelle on se trouve. C'est ce qu'il est facile de constater par le tableau suivant, résumant les observations faites sur moi-même pendant mes deux ascensions au Mont-Blanc, les 17 et 26 août 1869.

« On peut donc constater que, pendant les efforts musculaires de l'ascension, la température du corps peut baisser, lorsqu'on s'élève de 1050 à 4810 mètres, de 4 degrés centigrades, et même de près de 6 en négligeant

Fig. 78. Le docteur Lortet observant les effets de l'ascension des montagnes sur la température du corps humain (27 août 1869).

les fractions, abaissement énorme pour les mammifères, dont la température était réputée presque constante. Dès que l'on s'arrête pendant quelques minutes, la température remonte brusquement tout près de son chiffre normal ! Au sommet du Mont-Blanc cependant, où tout le monde éprouve un peu de malaise, il a fallu près d'une demi-heure pour que la colonne mercurielle atteignît sa hauteur habituelle.

TEMPÉRATURE PRISE SOUS LA LANGUE.

LIEUX.	ALTITUDE en mètres	ASCENSION du 17 août.		NOMBRE de pulsations par minute en marchant
		Immobilité.	Marche.	
		°	°	
Chamonix.	1000	36,5	36 3	64
Cascade du Dard	1500	36,4	35,7	70
Chalet de la Para	1605	36,6	34,8	80
Pierre-Pointue	2049	36,5	33,3	108
Grands-Mulets	3050	36,5	33,1	116
Grand-Plateau	3932	26,3	32,8	128
Bosse du Dromadaire	4556	36,4	32,2	136
Sommet du Mont-Blanc	4810	36,3	32,0	172

TEMPÉRATURE PRISE SOUS LA LANGUE.

LIEUX.	ALTITUDE en mètres	ASCENSION du 26 août		TEMPÉRATURE de l'air.		NOMBRE de pulsations par minute en marchant
		immobilité	marche	17 août.	26 août.	
		°	°	°	°	
Chamonix.	1000	37,0	35,3	+ 10,1	+ 12,4	64
Cascade du Dard	1500	36,3	34,3	+ 11,2	+ 13,4	70
Chalet de la Para . . .	1605	36,3	34,2	+ 11,8	+ 13,6	80
Pierre-Pointue.	2049	36,4	33,4	+ 13,2	+ 14,1	108
Grands-Mulets.	3050	36,3	33,3	— 0,3	— 1,5	116
Grand-Plateau.	3932	36,7	32,5	— 8,2	— 6,4	128
Bosse du Dromadaire. . .	4556	36,7	32,3	— 10,3	— 4,2	136
Sommet du Mont-Blanc .	4810	36,6	31,8	— 9,1	— 3,4	172

« Ce refroidissement n'est évidemment pas dû à l'évaporation et au courant d'air froid qui passe rapidement, pendant la marche, dans les voies aériennes. En restant immobile et en respirant aussi vite que si l'on montait, le même courant d'air froid se produit dans les fosses nasales et la trachée, et pourtant aucun refroidissement n'est perceptible au thermomètre placé sous la langue.

« Pour que ce phénomène remarquable de l'abaissement de la température intérieure du corps se produise, il n'est pas nécessaire de s'élever à une grande hauteur. Depuis mon retour à Lyon, j'ai constaté qu'en montant

rapidement une des nombreuses rampes à escaliers qui conduisent à Fourvières ou à la Croix-Rousse, on a régulièrement, si l'on a soin de ne mettre en place le thermomètre qu'après avoir marché quelques minutes, un abaissement qui varie presque toujours de 3 à 7 dixièmes de degré centigrade.

« Ces données ne sont plus vraies pendant le travail de la digestion. Alors, malgré les efforts que l'ascension nécessite, la température se maintient à 36 degrés et atteint même 37°,3, comme j'ai pu le constater au col du Géant. L'influence de la nourriture ne se fait pas sentir très-longtemps. Une heure à peine après avoir mangé, le corps se refroidit de nouveau par les efforts.

« D'où provient cet abaissement de température? — A l'état de repos et à jeun, l'homme brûle les matériaux de son sang, et la chaleur développée est employée tout entière à maintenir la température constante au milieu des variations de l'atmosphère.

« En plaine et par des efforts mécaniques modérés, l'intensité des combustions respiratoires, comme l'a montré M. Gavarret, augmente proportionnellement à la dépense des forces. Il y a *transformation de la chaleur en force mécanique;* mais, à cause de la densité de l'air et de la quantité d'oxygène inspirée, il y a assez de chaleur formée pour subvenir à cette dépense.

« Dans la montagne, au contraire, surtout à de grandes altitudes et sur des pentes neigeuses très-roides, où le travail mécanique de l'ascension est considérable, il faut une quantité de chaleur énorme pour être transformée en force musculaire.

« Cette dépense de force *use plus de chaleur que l'organisme ne peut en produire;* de là le refroidissement du corps et ces haltes fréquentes qu'il faut faire pour se *réchauffer*. Quoique le corps soit brûlant, quoiqu'il soit souvent tout en transpiration, il se refroidit en montant, parce qu'il use trop de chaleur et que la combustion respiratoire ne peut en fournir une quantité suffisante, à cause du peu de densité de l'air; cette raréfaction de l'air fait qu'à chaque inspiration il entre dans les poumons moins d'oxygène à une grande hauteur que dans la plaine.

« La rapidité de la circulation est encore une cause de refroidissement, le sang n'ayant pas le temps de s'oxygéner convenablement dans les vésicules pulmonaires.

« Les expériences de M. Béclard établissent nettement que, lorsque la contraction musculaire exécute un travail mécanique, il se produit dans le muscle une quantité de chaleur plus faible que lorsqu'une contraction de même nature n'est point accompagnée d'effets mécaniques extérieurs. »

Ainsi, la force musculaire, et on pourrait presque dire toutes les forces des êtres vivants, ne sont que de la chaleur transformée.

Nous ajouterons que le système musculaire est un appareil de conversion de la chaleur en mouvement bien supérieur aux meilleures machines à vapeur. Nos machines à vapeur n'utilisent, en effet, d'après Hirn (*Théorie mécanique de la chaleur*), que les douze centièmes de la chaleur communiquée à la chaudière,

tandis que le corps humain utilise, d'après Helmholtz, les 25 centièmes de la chaleur développée dans son organisme. Une machine à vapeur perd inutilement 88 pour 100 de son charbon; les 12 pour 100 restants sont seuls convertis en action mécanique, tandis que le corps humain ne perd que 75 pour 100 de calorique transformé en travail extérieur.

Le muscle est donc le producteur de force le plus économique que l'on connaisse. L'organisation animale est plus savante que nos savants!

Disons, en terminant, que la source de cette chaleur provient originairement des végétaux. En effet, les végétaux forment une partie de notre nourriture, et les aliments que nous fournit le règne animal ont eu leur source première dans les plantes dont se sont nourris les animaux. Mais ces plantes, à leur tour, à quelle source avaient-elles emprunté leur formation, leur naissance? A la lumière, au soleil. Dans l'obscurité toute vie végétale s'éteint; au contraire, en présence des rayons solaires, la végétation s'établit, se développe et parcourt le cercle de ses phases régulières. Les plantes viennent du soleil, les plantes nourrissent les animaux, les animaux et les plantes nous nourrissent. Donc c'est le soleil qui est la cause primordiale de la chaleur propre à l'homme et aux animaux.

Nous disions, au commencement de ce chapitre, que les anciens philosophes de l'Inde avaient vu dans le soleil la cause de la chaleur des êtres vivants, et que les religions, ainsi que la poésie antique, considéraient la chaleur comme le signe, le caractère de la vie, comme la vie elle-même, que pour eux le froid était le caractère de la mort et la chaleur le symbole de la vie. Ainsi, une science approfondie nous ramène aux conceptions des peuples primitifs, et les physiciens modernes se rencontrent avec les premiers penseurs de l'humanité.

VI

D'OU VIENT LA PENSÉE?

Le système nerveux est l'instrument de l'âme humaine. — Le tissu nerveux comprend l'encéphale, les nerfs et la moelle épinière. — Constitution anatomique du tissu nerveux : tubes nerveux et cellules nerveuses. — Examen des théories émises pour expliquer la nature de l'agent nerveux. — Les ondulations nerveuses. — La théorie électro-vitale.— Galvani, en 1786, découvre le phénomène de la contraction des muscles de la grenouille par le contact d'un arc métallique double, et fonde sur cette observation la théorie qui assimile l'agent nerveux à l'électricité.— Accueil favorable fait à cette théorie. — Les poissons électriques.— Objections à la théorie électro-vitale résultant d'expériences faites par des physiologistes modernes. — La théorie qui identifiait l'agent nerveux à l'électricité est aujourd'hui abandonnée. — La nature de l'agent nerveux est un problème insoluble. — Division du système nerveux en deux groupes : 1° l'*encéphale et les nerfs qui en dépendent;* 2° la *moelle épinière et les nerfs qui en dépendent.*

L'ENCÉPHALE. — Description anatomique du cerveau humain. — L'encéphale. — L'encéphale, organe de l'intelligence. — Faits qui démontrent cette proposition. — La fatigue du travail intellectuel est ressentie par le cerveau — Dans l'enfance, où la masse encéphalique est molle et sans consistance, les idées sont rudimentaires.— Les maladies du cerveau amènent des désordres intellectuels. — Le développement de l'intelligence est en rapport avec le développement du cerveau. — Mesure des dimensions de la tête chez les savants et chez les individus illettrés. — Le crâne de l'idiot. — Ce que c'est que l'angle facial, manière de le déterminer. — Le volume et la forme du crâne servant à distinguer les races humaines. — Les races dolichocéphales et les races brachycéphales. — Ce que c'est que le prognathisme et l'orthognathisme. — Le poids du cerveau peut-il être considéré comme le signe de la valeur intellectuelle? — Les cerveaux de Cromwell, de lord Byron, de Cuvier, de Dupuytren, de Napoléon Ier. — Poids comparé du cerveau de l'homme et de la femme. — Remarques de Gratiolet sur les circonvolutions cérébrales. — Peut-on localiser les facultés et les instincts de l'homme dans certaines portions de l'encéphale? — Discussion critique des faits mis en avant par les auteurs, concernant la localisation cérébrale. — La localisation des facultés intellectuelles dans les lobes antérieurs du cerveau est le seul résultat

positivement acquis à la science. — L'encéphale agit-il par sa masse entière ou seulement par quelques-unes de ses parties? — La phrénologie. — Justesse du principe qui sert de base à cette conception. — Vie et travaux de Gall, créateur de la phrénologie. — Gall et Spurzheim. — La tête phrénologique d'après Spurzheim. — Travaux de Cubi i Soler. — Tête phrénologique d'après Cubi i Soler. — Une tête phrénologique illustrée.

Les nerfs craniens. — Action centripète de l'encéphale s'exerçant par les nerfs crâniens. — Énumération des douze paires de nerfs crâniens. — Par l'encéphale et les nerfs, c'est-à-dire par l'action *centrale* et par l'action *centripète*, l'encéphale est l'instrument de la pensée, des sensations et des sentiments moraux. — Théorie de la formation des idées. — Théorie des facultés de l'âme. — La mémoire, lien indispensable de nos facultés. — Derrière l'organisme cérébral se trouve l'âme. — Conclusion concernant la mystérieuse essence de l'âme humaine.

L'homme possède deux nobles attributs : les sensations et la pensée. D'où nous viennent les sensations ? d'où nous vient la pensée ? Telle est la question que s'adressent, dans leur inquiète curiosité, ceux qui se préoccupent des mystères de l'économie vivante. C'est à ces deux questions que nous allons essayer de répondre dans ce chapitre.

Une première réponse à cette question est simple et facile ; mais elle ne doit être qu'un prélude à des recherches ultérieures, qu'une introduction à l'étude du fond de la question. Ce qui sent, ce qui pense en nous, c'est *l'âme*, ou le *sens intime*.

L'existence de l'âme est incontestable, et n'a pas besoin de démonstration. C'est un fait évident que nous pensons et que nous sentons ; nous appelons *âme*, ou *sens intime*, ce qui sent et ce qui pense en nous, car la matière ne sent pas, ne pense pas ; cela résulte de la simple définition de la matière.

Ainsi, l'âme est ce qui nous fait percevoir les sensations et la pensée. Ce principe est de toute évidence ; il découle du sens commun, et ce serait faire injure à nos lecteurs que de chercher à prouver l'existence de l'âme immatérielle.

En sa qualité de substance immatérielle, l'âme se dérobe à toute investigation de notre part. Elle ne peut se voir ni se toucher ; on ne saurait dire exactement où elle réside. On peut énumérer ses attributs, c'est-à-dire ce que l'on nomme les *facultés* de l'âme, et étudier, comme l'ont fait les philosophes, depuis Pythagore jusqu'à nos jours, le nombre, les degrés, les caractères de ces facultés. On peut analyser, distinguer entre elles ces facultés ; mais quant à la nature et au siège de l'âme, on ne peut hasarder même des conjonctures. Il faut se contenter de dire que c'est l'âme qui perçoit en nous les impressions et

les sensations extérieures, qui produit les manifestations de la pensée, de la conscience et de la volonté ; — que c'est d'elle qu'émane le pouvoir de rapprocher, de comparer les impressions, les sentiments, les sensations, et d'en tirer des raisonnements ; — qu'en elle résident la puissance ou les simples qualités de l'esprit, qualités que l'éducation perfectionne, et qui donnent à l'être humain la connaissance de ce qui l'entoure, ainsi que le privilège de dominer par sa force intellectuelle et morale le reste des êtres vivants et la nature entière.

Pour exercer ses facultés, l'âme a besoin d'un instrument matériel, qui la mette en rapport avec le monde extérieur, qui lui transmette, après les avoir reçues, les impressions du dehors. Il faut, selon l'heureuse expression de Descartes, adoptée par l'école philosophique de Damiron, Laromiguière et Cousin, que le *moi* soit en rapport avec le *non-moi*. L'âme, substance immatérielle et divine, ne peut sentir et concevoir des idées, des sentiments et des sensations, user de sa volonté, comprendre les mouvements de sa conscience, qu'à la condition d'être frappée, éveillée, excitée, par les touches diverses d'un clavier organique matériel.

L'instrument matériel, le clavier aux touches multiples qui met en jeu l'âme humaine, c'est le système nerveux, ou, pour parler suivant les idées des histologistes modernes, le *tissu nerveux*.

Qu'est-ce que le *tissu nerveux?* C'est une agglomération de fibres et de cellules, dont les anatomistes ont fixé les caractères propres. Ce tissu est distribué en diverses parties du corps. On le trouve en masse volumineuse dans la cavité du crâne et dans le canal que forme l'intérieur de la colonne vertébrale. Dans le premier cas, on l'appelle *encéphale;* dans le second, *moelle épinière*.

L'encéphale et la moelle épinière reçoivent le nom commun de *centres nerveux*.

Le tissu nerveux qui se trouve dans les parties du corps autres que l'encéphale et la moelle épinière, constitue le *système nerveux périphérique*, ou les *nerfs* proprement dits.

Les nerfs sont des filets continus de tissu nerveux, qui se distribuent, en se ramifiant, dans l'épaisseur de presque toutes les parties du corps, et principalement à la peau. Les nerfs sont constamment en rapport avec le centre nerveux d'où ils tirent leur

origine. Ils s'unissent les uns aux autres, en formant des anses. Ils se perdent, à leur extrémité périphérique, dans la plus fine trame des divers organes; ou bien ils se terminent isolément par de petits renflements, que l'on nomme *papilles nerveuses*, dans la peau et les membranes muqueuses. Les extrémités des nerfs, sous l'une quelconque de ces formes, se perdent ou dans les organes de mouvement, c'est-à-dire dans les *muscles*, ou dans des organes d'action nutritive, c'est-à-dire dans les *glandes*.

Fig. 79. Nerf, vu de grandeur naturelle.

La figure 79 représente l'aspect ordinaire d'un nerf, avec les rameaux anastomotiques qu'il envoie toujours sur son trajet.

N'oublions pas dire que le trajet de certains nerfs est quelquefois coupé, de distance en distance, par des renflements, durs, noueux, grisâtres, résultant de la condensation, de l'accumulation, du tissu nerveux. On donne à ces nodosités le nom de *ganglions*.

C'est surtout dans le *nerf grand sympathique*, c'est-à-dire dans l'ensemble du système nerveux de la poitrine et de l'abdomen, préposé à l'entretien des fonctions inconscientes de la digestion, de la circulation, de la respiration et des sécrétions, qu'abondent les ganglions, dont le rôle est resté problématique depuis que l'on a renoncé à y voir autant de petits cerveaux.

Au point de vue de la structure, toutes ces divisions du système nerveux offrent bien peu de différences. Elles sont d'ailleurs mutuellement reliées par un grand nombre de filets nerveux, qui forment des *anastomoses*, lesquelles sans doute ne ressemblent en rien aux anastomoses du système artériel et veineux, mais qui ont pourtant pour effet d'établir, comme le font les anastomoses artérielles et veineuses, une communication d'un système à l'autre.

Qu'elle est la composition intime du *tissu nerveux?*

Le tissu nerveux résulte de la réunion, opérée par du tissu cellulaire, de fibres, qu'on appelle *tubes nerveux* ou *fibres nerveu-*

ses, et de cellules, que l'on désigne sous le nom de *cellules nerveuses* ou *corpuscules ganglionnaires*.

La figure 80 représente les tubes nerveux et les cellules nerveuses.

Les *tubes nerveux*, ou *fibres nerveuses* (*a*), constituent des filets fins, ronds, mous et d'une épaisseur variable, qui tantôt sont vides, et tantôt renferment une substance pulpeuse. Les tubes nerveux contenant une pulpe sont composés d'une enveloppe lâche, que l'on nomme *névrilème*, et d'une fibre située au

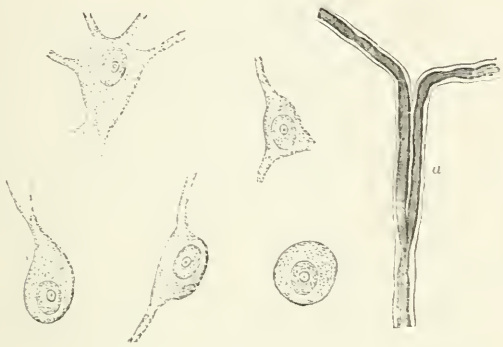


Fig. 80. Tubes nerveux et cellules nerveuses.

centre, ronde ou aplatie, molle, mais élastique. Une substance demi-liquide, blanche, visqueuse, contenant beaucoup de graisse et qu'on a appelée *moelle nerveuse*, ou *névrine*, remplit l'intérieur du tube, dont la fibre occupe le centre. Il est rare d'ailleurs que les tubes nerveux ne contiennent pas de pulpe.

Les tubes nerveux forment la partie principale des nerfs proprement dits, de la substance blanche du cerveau et de la moelle épinière.

Les *cellules nerveuses*, ou *corpuscules ganglionnaires* (*b*), forment des cellules de différentes grandeurs, renfermant un grain un peu dur, souvent coloré, et qui contient lui-même un noyau, en forme de vésicule.

Les cellules nerveuses sont de forme assez variable. Elles sont tantôt rondes, tantôt en forme d'étoile ou de fuseau.

Le rôle physiologique des cellules nerveuses est beaucoup moins connu que celui des tubes nerveux. Quelquefois les cel-

lules nerveuses se transforment en tubes nerveux, ce qui ferait croire qu'elles ne sont qu'un état de transition ou de passage aux tubes nerveux ; mais le plus souvent elles ont une existence indépendante, et se relient entre elles par des prolongements qu'elles s'envoient réciproquement.

Les cellules nerveuses sont la partie constituante principale de la substance grise, ou corticale, qui enveloppe la substance blanche du cerveau et de la moelle épinière.

Le tissu nerveux, c'est-à-dire l'élément essentiel du système nerveux, est l'instrument des relations entre notre sens intime et le monde extérieur. Et comme le cerveau, la moelle épinière et les nerfs sont composés au dedans de substance grise, on s'est demandé quel était le rôle spécial de ces deux substances dans la transmission des impressions de l'extérieur à l'âme. On croit que la substance grise des nerfs, c'est-à-dire la substance extérieure, joue le rôle principal dans cette transmission. La substance blanche, ou intérieure, ne remplit qu'un rôle secondaire et encore mal défini.

On ne sait absolument rien sur la manière dont les impressions, les sensations, se transmettent le long des nerfs, en partant de la périphérie du corps, pour aboutir au centre nerveux, c'est-à-dire à l'encéphale, qui doit les transmettre à l'âme. Il y a voyage, transport, *conduction*, selon un mot nouveau que nous trouvons dans les ouvrages récents de physiologie, il y a *conduction* de l'extrémité du nerf au siège central du système nerveux. Mais par quel mode précis se fait la communication entre ces deux points ? Voilà ce qui est ignoré.

On a dit d'abord qu'il s'établissait dans la continuité du nerf des vibrations, des ondulations, analogues aux vibrations de l'air qui produisent le son, ou aux ondulations de l'éther qui font naître la lumière et la chaleur. Les vibrations, les ondulations le long des nerfs pourraient être admises s'il était prouvé que les nerfs peuvent vibrer, ou que leur substance peut subir des ondulations ; — si l'on avait déterminé, par l'expérience, en quoi les vibrations de la douleur diffèrent de celles du plaisir, comment un nerf spécial vibre pour transmettre l'impression de la lumière, un autre pour transmettre celle du son, — si l'on avait enfin expliqué pourquoi tous les nerfs ensemble ne vibrent pas, n'ondulent pas de la même façon, à la suite de la même sensation extérieure. La lumière qui agit sur le nerf op-

tique, transmet à l'encéphale l'impression lumineuse, mais elle est sans action sur le nerf acoustique, et ce dernier ne transmet au cerveau que l'impression des sons. Les émanations odorantes agissent sur le nerf olfactif, mais elles sont sans influence sur le nerf optique ou acoustique.

Il n'y a donc pas à s'arrêter sur l'explication physique des ondulations ou vibrations nerveuses

Pendant longtemps on a comparé, et même quelquefois identifié à l'électricité, l'agent qui produit les sensations nerveuses. Cette explication est, de tous points, inadmissible. Toutefois, un certain nombre de médecins, un peu en retard sur le mouvement des idées scientifiques, la tiennent encore pour vraie. Ils identifient ce qu'ils appellent le *fluide nerveux* avec ce que l'on appelait autrefois, et ce que l'on n'appelle plus, le *fluide électrique*. Sans doute, la rapidité avec laquelle l'électricité se transporte le long d'un conducteur métallique rappelle la rapidité de transmission des impressions nerveuses. Il faut pourtant se hâter de dire que la vitesse des impressions nerveuses est beaucoup moindre que celle de l'électricité. En effet, l'électricité se transmet le long de ses conducteurs avec une si prodigieuse vitesse, que l'on peut considérer cette vitesse comme instantanée ; tandis que, d'après les expériences de M. Helmholtz, qui a réussi à la mesurer par des moyens particuliers, la vitesse des impressions sensorielles serait seulement de 43 mètres par seconde, et elle serait, ajoute le physiologiste de Berlin, bien plus lente encore sous l'influence du froid.

Au début de notre siècle, les expériences par lesquelles Galvani, Aldini, Nysten, Bichat, de Humboldt et tant d'autres expérimentateurs, ont mis en évidence les effets de l'électricité en mouvement sur les contractions musculaires de la grenouille, et sur les contractions des membres de quelques animaux supérieurs, peu après leur mort violente, avaient beaucoup frappé les esprits. Si l'électricité pouvait faire renaître sur des animaux morts les apparences de la vie, c'est-à-dire contracter les muscles, mettre les membres en mouvement, convulser les traits de la face, provoquer les phénomènes extérieurs de l'inspiration et de l'expiration, n'était-on pas en droit d'identifier avec l'agent nerveux l'électricité qui fait reparaître sur le cadavre le tableau extérieur de la vie? On ne saurait assurément faire un crime de cette assimilation physico-vitale à une foule de savants, pleins d'ardeur

et de foi, qui, depuis le commencement de notre siècle jusqu'à sa première moitié, ont développé, sous toutes les formes, cette théorie séduisante. Il y avait cependant un fait fondamental qui aurait dû, il nous semble, arrêter du premier coup sur la pente de cette assimilation, pente dangereuse, sur laquelle ont glissé tant de bons esprits, pour aboutir au ridicule. Ce fait le voici. Liez un nerf avec quelques tours de fil, vous supprimerez aussitôt son action sur le membre auquel ce nerf se distribue. Liez, par exemple, le nerf de la jambe (*nerf sciatique*), vous paralyserez la jambe, absolument comme si vous coupiez ce nerf. On sait bien, tout au contraire, que l'on peut poser sur un corps conducteur de l'électricité, sur le fil conducteur de la pile voltaïque, tous les liens imaginables; on sait bien que l'on peut serrer, presser, comprimer ce conducteur, sans empêcher jamais l'écoulement, le passage de l'électricité. Il n'est donc pas permis d'identifier l'agent nerveux avec l'électricité en mouvement.

Cette différence fondamentale entre le mode de transmission des impressions nerveuses et celui du courant électrique était assurément connue du temps de Galvani et de ses continuateurs. Comment donc ne fit-elle pas plus d'impression sur l'esprit des physiologistes et des médecins, qui, pendant un demi-siècle, croyaient avoir trouvé dans l'électricité l'explication de tous les phénomènes de la vie? C'est que la théorie électro-vitale s'appuyait sur un ensemble de preuves très-spécieuses, qui avaient entraîné la conviction d'une foule d'hommes d'un rare mérite et d'un zèle scientifique sans égal. Un grand nombre de médecins et de physiologistes, au commencement de notre siècle, se consacraient à l'envi à la poursuite d'une théorie bien faite pour entraîner les esprits, à une époque où la passion de la science excitait tant de sincères enthousiasmes et poussait tant de nobles intelligences à la recherche du vrai.

Tout le monde sait comment Galvani, à la fin du siècle dernier, fut mis sur la voie de sa découverte. En 1780, un de ses élèves était un jour occupé à disséquer une grenouille; et dans le même laboratoire se trouvait une machine électrique à plateau de verre, qu'un autre expérimentateur mettait en activité. On reconnut, non sans surprise, que toutes les fois que l'on tirait une étincelle électrique de la machine, aussitôt les muscles de la grenouille subissaient de violentes contractions. On répéta un grand nombre

de fois cette expérience, et l'on reconnut qu'elle présentait surtout une grande activité si l'on isolait les nerfs lombaires, de manière à les détacher des parties molles.

Cette première découverte de Galvani conduisit à une seconde, bien plus importante encore.

Le 20 septembre 1786, Galvani ayant préparé une grenouille comme il le faisait pour provoquer les contractions par la simple

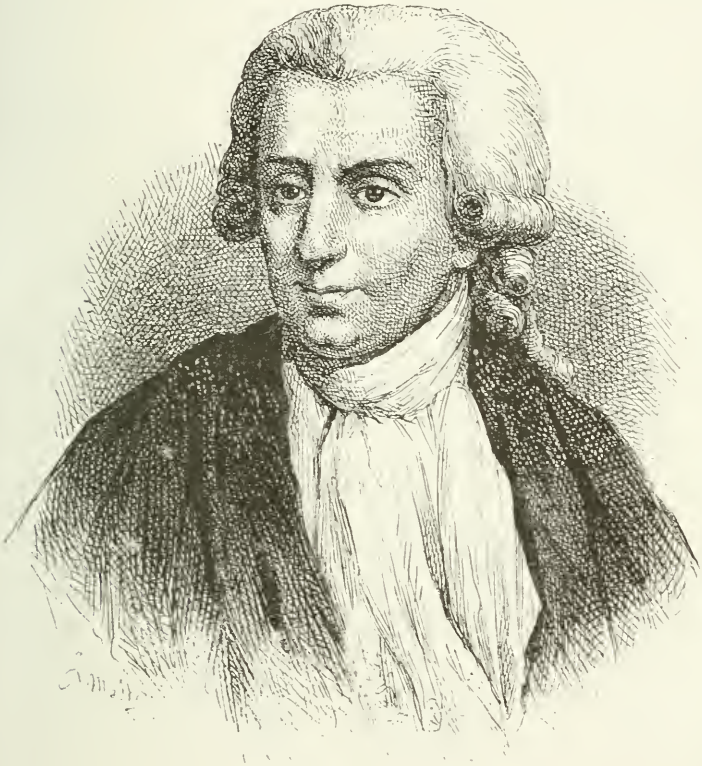


Fig. 81. Galvani.

étincelle d'une machine électrique, c'est-à-dire ayant isolé les nerfs lombaires et laissé ces cordons nerveux comme seul moyen de communication entre les membres postérieurs et le tronc de l'animal, reconnut que le corps de la grenouille était pris de convulsions violentes lorsque l'on mettait tout simplement en communication les nerfs lombaires avec les muscles, au moyen d'un arc métallique.

C'est sur la terrasse du palais Zamboni, qu'il habitait, que Galvani constata ce fait fondamental. Il avait passé un crochet de cuivre à travers la moelle épinière d'une grenouille, et il avait suspendu, par ce crochet de cuivre, au barreau de la terrasse, la grenouille ainsi préparée, afin d'étudier l'influence de l'électricité de l'air sur ses nerfs. La journée entière s'était écoulée sans que le corps du batracien présentât aucun phénomène particulier. Vers la fin du jour, fatigué de la longueur et de l'inutilité de ses observations, Galvani saisit le crochet de cuivre implanté dans la moelle épinière de la grenouille, l'appliqua contre la balustrade de fer, et frotta vivement cette balustrade avec le crochet de fer, comme pour rendre le contact plus intime entre les deux métaux. Aussitôt les membres inférieurs de l'animal entrèrent en contraction, et ces mouvements musculaires se reproduisaient à chaque nouveau contact du crochet de cuivre et de la balustrade de fer. Cependant le temps était serein; rien n'indiquait la présence de l'électricité libre dans l'atmosphère (fig. 82).

D'après cette expérience, qui a été variée de mille et une manières dans notre siècle, Galvani prétendit que les muscles des animaux, et par analogie ceux de l'homme, constituaient une sorte de bouteille de Leyde électrisée sur deux faces opposées, ces deux faces étant séparées par une couche isolante. Dans cette hypothèse, les nerfs avaient pour mission d'apporter aux muscles l'électricité élaborée par le cerveau et de provoquer ainsi leurs contractions.

La théorie de Galvani admettait un nombre trop exagéré d'hypothèses. Elle n'existe plus dans la science que comme un effort très-ingénieux d'application à l'économie vivante d'une loi du monde inorganique. Cette théorie suppose, en effet, que le cerveau envoie de l'électricité aux nerfs, circonstance que toutes les recherches modernes infirment d'une manière complète. Person et Peltier ont d'ailleurs reconnu que les muscles sont tout aussi bons conducteurs que les nerfs, et des expériences plus récentes ont prouvé que les nerfs sont d'assez mauvais conducteurs de l'électricité. En admettant que de l'électricité circule dans l'économie animale, elle devrait donc se répandre tout aussi facilement dans la masse des muscles que le long du cordon des nerfs. Quant à l'enveloppe isolante dont parlait Galvani, elle n'a jamais été vue par personne.

Ainsi, les phénomènes de contraction musculaire provoqués

Fig. 82. Découverte de l'électricité animale par Galvani, le 20 septembre 1786.

sur un animal mort par un courant électrique ne prouvent en aucune façon que l'électricité soit la cause de ces phénomènes pendant la vie. Dans ces expériences, l'électricité agit comme un stimulant actif, qui réveille, pour quelques instants, la sensibilité près de s'éteindre, chez l'animal récemment tué. En effet, ces phénomènes cessent de se manifester quelque temps après la mort violente de l'animal, et il faut, pour réussir, opérer sur des animaux vigoureux. Des agents d'excitation purement mécaniques peuvent produire les mêmes effets. Déjà Haller avait reconnu que du sel marin, des acides, des matières irritantes, mis sur les muscles d'un animal récemment tué, ou que des instruments aigus, la chaleur, etc., peuvent provoquer dans ces mêmes muscles de fortes contractions.

L'existence incontestable de l'électricité dans les poissons électriques, dont les plus remarquables sont le Gymnote, la Torpille et le Silure, semble militer en faveur de la théorie de l'électricité comme cause des phénomènes vitaux. Il importe donc de réduire ces faits à leur juste valeur.

Chez le Gymnote, la Torpille, le Silure, et même chez certaines variétés de Raie, l'électricité existe et se renouvelle sans cesse. La volonté dirige les mouvements de cette électricité. Les *poissons électriques* et leurs curieux effets sont assez connus, par la description qu'a donnée de Humboldt, au commencement de notre siècle, de la pêche du Gymnote dans les eaux de l'Orénoque, à Calabozo, dans la province de Caracas. Mais les terribles commotions que distribuent à leurs ennemis les poissons électriques, n'apportent aucun argument à l'appui de la théorie électro-vitale. De ce qu'il existe un courant électrique dans le corps du Gymnote, il ne s'ensuit point que chez tous les autres animaux, et chez l'homme, l'électricité doive représenter la cause de la vie. Breschet, Jobert (de Lamballe) et d'autres anatomistes ont étudié avec beaucoup de soins l'organe électrique du Gymnote, de la Torpille, du Silure et de la Raie. Ces poissons présentent une constitution anatomique tout à fait semblable à celle des animaux de leurs espèces relatives, mais ils possèdent, en outre, un organe spécialement destiné à la sécrétion électrique. L'ablation de la glande qui engendre l'électricité, fait disparaître leur puissance foudroyante. La section des nerfs qui se rendent à cet appareil, ou l'ablation de la partie du cerveau qui lui envoie ses nerfs, abolit également tout effet électrique

Il faut donc considérer les poissons électriques comme des animaux auxquels la nature a confié une arme pour l'attaque ou pour la riposte, arme qui diffère, par sa disposition et ses propriétés, des moyens habituels de défense accordés aux autres animaux.

On peut d'ailleurs concevoir jusqu'à un certain point comment la nature a pu doter les poissons électriques de l'organe qui leur est propre. Si l'électricité qui se dégage, à n'en pas douter, dans toutes les actions chimiques effectuées dans notre corps, ne se trouvait pas, à chaque instant, dissimulée par la recomposition incessante des deux électricités contraires, recomposition qui s'effectue sur place, à cause de la mauvaise conductibilité des substances animales, elle se manifesterait par ses effets ordinaires, et s'accumulerait en grande quantité dans notre corps. Tout porte à croire que, dans les poissons électriques, la nature a trouvé le moyen d'empêcher cette incessante recomposition des électricités contraires, et que telle est la seule différence qui existe entre les poissons électriques et le reste, le *servum pecus*, de la gent aquatique.

Un seul fait, disions-nous plus haut, suffit pour démontrer la différence fondamentale qui existe entre le fluide électrique et le fluide nerveux. Quelques détails complémentaires ne seront pas de trop avant d'en finir avec cette question.

Une ligature arrête le passage de l'agent nerveux, tandis qu'elle laisse s'écouler librement l'électricité. Il est facile de reconnaître, en effet, que si l'on fait passer un courant électrique dans un nerf interrompu par une ligature, ou bien dans un nerf coupé, mais dont les bouts soient maintenus en rapport de continuité, le fluide électrique circule toujours et peut affecter l'aiguille aimantée.

Le physiologiste allemand J. Müller a fait l'expérience suivante, dont les conséquences sont aussi logiques que rigoureuses. Il lia le nerf lombaire d'une grenouille, et ensuite il y fit passer un courant électrique. L'électricité existait dans tout le trajet du nerf; et pourtant, ni au-dessus ni au-dessous de la ligature on ne pouvait provoquer la moindre contraction musculaire. La ligature, qui n'interrompait pas le courant électrique, arrêtait le courant nerveux.

Il faut conclure de cette expérience que, lorsqu'un muscle se contracte sous l'influence d'un courant voltaïque, cela tient seu-

lement à ce que l'irritation physique déterminée par le passage de l'électricité excite le nerf et que cette excitation physique seule détermine la contraction.

Après un fait aussi décisif, à peine est-il nécessaire de faire remarquer que l'on n'a jamais réussi à mettre en évidence la présence de l'électricité dans un nerf. Si, sur un animal vivant, on isole et irrite un nerf par divers moyens, et qu'on le mette en rapport avec le fil d'un galvanomètre, on ne constate aucunement la présence de l'électricité dans ce nerf.

En résumé, la théorie qui identifiait l'agent nerveux à l'électricité, doit être abandonnée.

Que faut-il cependant mettre à la place de cette explication, qui a joui d'une si longue fortune? Hélas! rien. Nous ne savons absolument rien sur la nature de l'influx nerveux, et il ne faut pas craindre de proclamer notre ignorance en cette matière.

Les anciens, qui n'avaient aucune idée de l'agent nerveux, — car ils prenaient les tendons des muscles pour des nerfs, — n'avaient pas eu à s'inquiéter de la nature de cet agent. L'âme leur suffisait pour tout expliquer. Quand l'anatomie vint révéler l'existence et les fonctions des nerfs, on attribua leurs effets à une *vapeur subtile* qui parcourait l'intérieur des tubes nerveux. Ce fut la théorie des médecins du moyen âge. Descartes, qui s'occupa, pendant toute sa vie, de recherches sur le corps humain, précisa les idées admises avant lui. Il appela *esprits animaux* ce que les médecins du moyen âge avaient appelé *vapeur subtile*. Descartes croyait que le cerveau sécrétait les esprits animaux, en les retirant de la partie la plus déliée du sang, et que le cerveau réparait continuellement la dépense d'esprits animaux que faisait l'économie. Selon Descartes, c'étaient ces esprits animaux circulant dans les nerfs qui étaient les agents de la sensibilité et du mouvement.

Descartes nous montre les esprits animaux parcourant les canaux nerveux et produisant tout à la fois les mouvements musculaires, la perception des idées, l'imagination et la mémoire. Il décrit leurs voyages à travers le corps humain et toutes leurs opérations, comme s'il en avait été le témoin oculaire.

Nous en sommes fâché pour la science moderne, mais la théorie conçue il y a deux siècles par l'illustre philosophe français serait encore de mise aujourd'hui. Elle vaudrait tout autant

que la théorie électro-vitale, s'il fallait absolument une théorie. Mais la vérité est qu'aucune explication plausible de la nature intime de l'agent nerveux ne peut être formulée, et que l'*innervation*, c'est-à-dire le genre de rapports qui s'établit, par l'intermédiaire de l'encéphale, de la moelle épinière ou des nerfs, entre notre âme et le monde extérieur, demeure toujours un des grands mystères de la nature, et il est bien probable, disons-le, qu'il ne nous sera jamais permis de pénétrer un aussi grand arcane.

S'il en était autrement, si l'on était fixé sur la nature de l'agent nerveux, les maladies nerveuses seraient d'une cure facile, tandis qu'il n'est aucune affection qui résiste avec plus d'opiniâtreté aux ressouces de l'art. Nous entendions, cette année même, un médecin dire, chez un malade affecté de sciatique (maladie du nerf *sciatique*), que depuis quarante ans il traitait des sciatiques et ne savait pas encore ce que c'est qu'une sciatique. Il existe toute une classe de médicaments que l'on appelle *antispasmodiques*, c'est-à-dire propres à combattre les affections nerveuses ou les symptômes nerveux. Tels sont l'éther, l'assa-fœtida, la valériane, le musc, le camphre, le bromure de potassium, le chloral, etc. Or certains antispasmodiques produisent l'effet inverse sur quelques personnes : ils les excitent, au lieu de les calmer. La classe des médicaments antispasmodiques ne peut être rigoureusement déterminée par les médecins, puisqu'ils ne savent rien sur la nature de l'agent nerveux.

Étudions maintenant le tissu nerveux selon sa distribution dans le corps humain.

Le système nerveux, considéré chez l'homme, est d'une étude si difficile, si compliquée, qu'il faut nécessairement y introduire des divisions, pour préciser les attributs de ses différentes parties.

Bichat créa, au commencement de notre siècle, la distinction du système nerveux en *système nerveux de la vie animale*, ou de *relation*, et *système nerveux de la vie organique*, ou *végétative*. Cette division, obscure dans ses termes, est un mauvais guide pour l'étude anatomique du système nerveux et pour la délimitation de ses divers usages physiologiques. Après avoir été beaucoup encensée par l'école de Paris, et suivie dans tous les ouvrages classiques, la division de Bichat est aujourd'hui en sensible défaveur. Les fonctions du nerf grand sympathique

étaient le pivot sur lequel reposait la distinction de la *vie animale* et de la *vie végétative;* mais du moment où l'on a découvert que le nerf grand sympathique a de nombreuses connexions avec la moelle épinière, depuis que l'on sait que des filets nerveux volumineux rattachent ces deux systèmes l'un à l'autre, on a fait du nerf grand sympathique une simple dépendance, une annexe de la moelle épinière, et la distinction du *système nerveux de la vie animale* et du *système nerveux de la vie végétative*, n'ayant plus de base anatomique, est fort négligée dans les ouvrages récents de physiologie.

Pour nous, qui, en face d'une question scientifique compliquée, cherchons, avant tout, une division nette et claire, se prêtant bien à la vulgarisation, nous diviserons le système nerveux, pour l'étudier commodément, sans rien sacrifier de l'exactitude des faits, en deux groupes :

1° *L'encéphale et les nerfs qui en dépendent* (cerveau, cervelet et nerfs crâniens);

2° *La moelle épinière et les nerfs qui en dépendent* (moelle épinière, nerfs rachidiens et nerf grand sympathique).

L'ENCÉPHALE ET LES NERFS QUI EN DÉPENDENT.

On désigne sous le nom d'*encéphale* la masse nerveuse contenue dans la cavité du crâne.

Nous commencerons par donner la description, topographique, pour ainsi dire, de l'encéphale. Nous aborderons ensuite l'étude des fonctions physiologiques de cet organe. Après tout ce qui concerne l'encéphale, nous passerons aux nerfs qui partent de cet organe, ou à ce qu'on nomme les *nerfs crâniens*.

L'encéphale, ou la masse de tissu nerveux enfermée dans la cavité du crâne, est distribuée en deux groupes distincts : le *cerveau* et le *cervelet*. La même masse se prolongeant en forme de cordon cylindrique, et sans aucune discontinuité, donne naissance à la *moelle allongée* et à la *moelle épinière*.

Le *cerveau* forme la portion la plus volumineuse de l'encéphale. Il occupe toute la partie antérieure et supérieure du crâne, depuis le front jusqu'à l'occiput. Il est composé, comme est

composée d'ailleurs la moelle épinière, de deux substances, l'une grise, à l'extérieur, l'autre blanche, à l'intérieur.

La *substance grise*, ou *corticale*, et la *substance blanche*, ou *interne*, du cerveau, présentent les caractères de structure que nous avons fait connaître comme propres au tissu nerveux en général, c'est-à-dire sont constituées par des tubes nerveux et des cellules nerveuses, réunies, d'après les histologistes, dans le cerveau, par une substance spéciale, granulée, pointillée, et simplement par du tissu cellulaire, dans les nerfs.

La forme du cerveau humain est celle d'un œuf, dont la grosse extrémité serait tournée en arrière (fig. 83 et 84). Sa face supé-

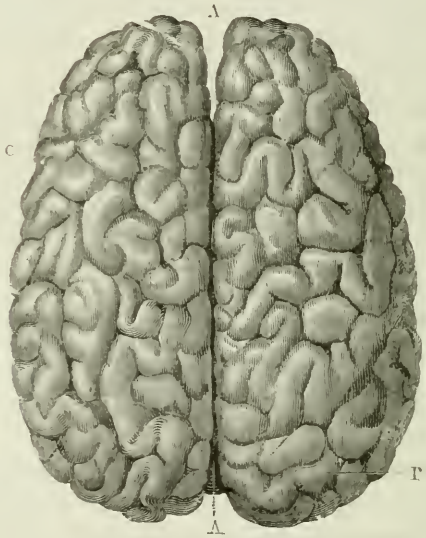


Fig. 83. Encéphale vu par sa face supérieure.

A, A. Grande scissure. — B. Hémisphère cérébral droit. — C. Hémisphère cérébral gauche.

rieure, convexe, répond à la concavité du crâne; sa face inférieure, aplatie, repose sur la base de cette boîte osseuse.

Le cerveau étant l'organe le plus important du corps humain, le Créateur a multiplié les soins pour le mettre à l'abri des lésions extérieures. Une enveloppe osseuse, d'une extrême résistance (le crâne), l'enserre de toutes parts. La forme arrondie de la boîte crânienne lui permet de résister très-efficacement aux violences extérieures, en répartissant sur toute la masse le choc

reçu sur un quelconque de ses points. Les nombreuses articulations au moyen desquelles s'agrafent, pour ainsi dire, toutes les parties de la voûte crânienne, atténuent encore l'effet des chocs et des coups, en plaçant autant de petites résistances secondaires à chaque point d'articulation, en interrompant, en brisant, pour ainsi dire, la force à chacune de ces jointures.

La peau qui recouvre le crâne est plus épaisse et d'un tissu plus serré que celle des autres parties du corps. Le nom de *cuir chevelu* donné au tégument cutané, c'est-à-dire à la peau du crâne, définit parfaitement la cohésion particulière de la peau

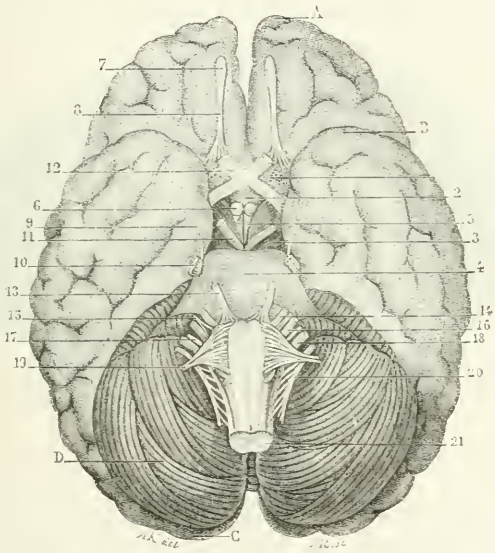


Fig. 84. Encéphale vu par sa face inférieure.

A. Lobe antérieur du cerveau. — B. Lobe postérieur du cerveau. — C. Lobe occipital du cerveau. — D. Lobe latéral du cervelet. — 2. Corps pituitaire. — 3. Pédoncule cérébral. — 4. Protuberance annulaire. — 7 et 8. Origine du nerf olfactif. — 9. Origine du nerf pathétique. — 10. Origine du nerf trijumeau. — 11. Origine du nerf moteur oculaire commun. — 12. Entrecroisement et origine des nerfs optiques. — 13. Origine du nerf moteur occulaire externe. — 14 et 15. Origine du nerf facial. — 16. Origine du nerf acoustique. — 17. Origine du nerf glosso-pharyngien. — 18. Origine du nerf pneumo-gastrique. — 19. Origine du nerf grand hypoglosse. — 20. Origine du nerf spinal. — 21. Bulbe rachidien.

en ce point de notre corps. Ajoutons que les cheveux forment pour l'encéphale un abri tutélaire. Mauvais conducteurs du calorique et de l'électricité, les cheveux défendent la masse encéphalique de l'impression du froid extérieur, ainsi que de l'électricité atmosphérique, quand celle-ci est surabondante.

Mais c'est à l'intérieur que la nature a multiplié les moyens de protection de l'encéphale. Cet organe est d'une structure si délicate, que le moindre ébranlement troublerait son action. Trois membranes superposées, et d'une consistance différente, enveloppent l'encéphale, se moulent sur ses contours, et le protègent contre les secousses extérieures, en même temps qu'elles contribuent à séparer les unes des autres ses différentes parties, à maintenir leur forme propre, à les empêcher de se toucher et à prévenir leur affaissement.

Les trois membranes qui enveloppent l'encéphale, sont, en al-

Fig. 85. Encéphale vu de profil.
A. Hémisphère droit du cerveau. — B. Protubérance annulaire, ou pont de Varole. — C. Cervelet. — D. Moelle allongée.

lant de dehors en dedans : la *dure-mère*, l'*arachnoïde* et la *pie-mère*.

On appelle *méninges* l'ensemble des trois membranes qui enveloppent l'encéphale ; d'où, pour le dire en passant, le nom de *méningite* qui sert à désigner la maladie dont le caractère principal est l'inflammation des membranes du cerveau.

La *dure-mère*[1], la plus résistante des trois membranes, est essentiellement fibreuse. Revêtant toute la cavité du crâne, tout en adhérant à sa voûte et à sa base, elle plonge dans la masse

1. L'origine de ces noms *dure-mère* et *pie-mère* a beaucoup embarrassé les physiologistes. Le nom de *mère*, emprunté à la médecine arabe, vient, dit-on, du mot *mère*, qui désigne, dans la langue arabe, l'enveloppe d'un corps quelconque.

cérébrale, qu'elle partage en deux parties égales, en formant ce que l'on nomme la *faux du cerveau*, véritable cloison qui part de la base du crâne et s'élève entre les deux hémisphères cérébraux. Le sommet de la scissure qui sépare les deux hémisphères cérébraux, circonscrit, en haut, un canal prismatique, que l'on nomme le *sinus longitudinal supérieur*, canal qui reçoit une grande masse de sang veineux, et à la partie inférieure, le *sinus longitudinal inférieur*, qui a la même destination.

La *dure-mère* enveloppe également le cervelet, et le sépare des lobes cérébraux, en formant ce que l'on appelle la *tente du cervelet*.

Le nom d'*arachnoïde*, en rappelant la toile de l'araignée (du

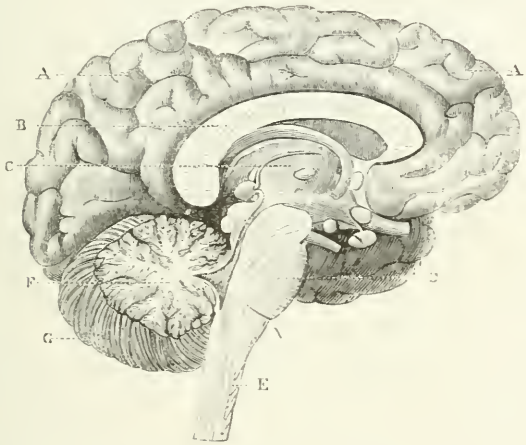


Fig. 86. Coupe verticale de l'encéphale sur la ligne médiane.

A, A. Hémisphère cérébral. — B. Coupe du corps calleux. — C. Couche optique. — D. Protubérance annulaire, au-dessous de laquelle se voit, X, le bulbe rachidien. — E. Coupe de la moelle épinière. — F. Coupe du cervelet, montrant l'*arbre de vie*. — G. Hémisphère gauche du cervelet.

grec ἀράχνη, araignée), fait comprendre la ténuité de cette membrane. L'arachnoïde n'est pas fibreuse, comme la dure-mère, mais séreuse. Elle secrète un liquide qui sert à lubrifier le cerveau.

L'arachnoïde se moule sur le feuillet interne de la dure-mère, et la suit dans tout son parcours. Elle est interposée entre la dure-mère et la pie-mère.

Le liquide sécreté par le tissu cellulaire qui unit le feuillet interne de l'arachnoïde aux parties sous-jacentes, se nomme le *liquide sous-arachnoïdien* ou *céphalo-rachidien*. L'encéphale est, de cette manière, toujours baigné dans un liquide, qui le pro-

tège, en amortissant l'effet des mouvements et des chocs et en prévenant le frottement mutuel de ses parties.

La *pie-mère*, qui repose directement sur la masse cérébrale, est moins une membrane propre qu'un réseau, un *lacis* de vaisseaux sanguins artériels et veineux, reliés par du tissu cellulaire, vaisseaux sanguins qui servent à nourrir la substance du cerveau et celle du cervelet. La pie-mère suit toutes les circonvolutions de l'encéphale, pénètre dans tous les replis des hémisphères cérébraux, ainsi que dans les circonvolutions et les lames du cervelet. C'est cette membrane qui, en devenant plus dure autour de la moelle et des nerfs, forme leur enveloppe, c'est-à-dire le *névrilème*.

La *dure-mère*, pénétrant dans la masse nerveuse centrale, la sépare, avons-nous dit, en deux moitiés égales : les *hémisphères cérébraux*. La scissure que l'on nomme *grande scissure* divise la masse cérébrale dans toute sa hauteur, en avant et en arrière ; mais elle s'arrête au milieu, à une sorte de plancher qui réunit, comme un pont, les deux hémisphères. On appelle ce plancher le *corps calleux* (B, fig. 86).

Chaque hémisphère cérébral (AA, fig. 86 ; HC, fig. 87) est partagé en deux lobes : l'un antérieur, le plus petit, répond au front ; l'autre postérieur, bien plus grand, est subdivisé en deux par une scissure transversale, la *scissure de Sylvius* (*Sc*, fig. 87).

Plusieurs cavités, nommées *ventricules du cerveau*, — la cloison qui forme une partie de la paroi des ventricules et que l'on nomme la *couche optique* (C, fig. 86 ; *Co*, fig. 87), parce que l'on croyait autrefois qu'elle servait d'origine au *nerf optique*, — le *corps strié*, masse grisâtre, portant quatre petites éminences, nommés les *tubercules quadrijumeaux*, — la *glande pinéale*, petit corps en forme de pomme de pin (d'où son nom de *pinéale*), dans lequel Descartes plaçait le siège de l'âme, — deux gros cordons blancs que l'on nomme les *pédoncules cérébraux* (*pcb*, fig. 87), — enfin le *mésencéphale* ou l'*isthme de l'encéphale*, triple point d'union du cerveau, du cervelet et de la moelle épinière, — telles sont les parties principales que les anatomistes distinguent, en dehors des lobes cérébraux. Nous insisterions davantage sur ces parties, si l'on savait quelque chose sur les usages auxquels sont destinés les divers fractionnements de la masse encéphalique.

Disons seulement, parce qu'on leur a assigné un rôle dans les usages physiologiques, que la surface du cerveau est creusée d'un

assez grand nombre de sillons tortueux, que l'on nomme *anfractuosités*, *plis*, ou *circonvolutions*.

Le cerveau est un organe symétrique, comme les membres, comme les os et comme presque tous les viscères de l'économie, c'est-à-dire que les mêmes parties se répètent à droite et à gauche. C'est ce qui explique que cet organe continue à fonctionner malgré la lésion d'une de ses parties. Dans le cas d'altération pathologique ou de blessure d'un des côtés du cerveau,

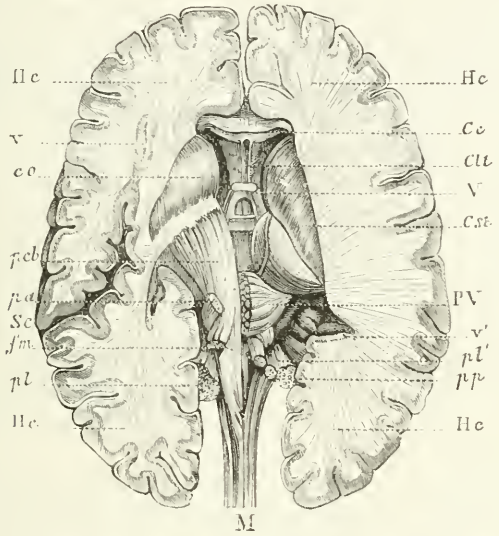


Fig. 87. Encéphale vu en coupe horizontale et en dessus.

Hc, Hc, Hc. Hémisphères cérébraux. — Cc. Portion antérieure du corps calleux. — V. Partie antérieure du ventricule latéral gauche. — Clt. Cloison transparente ou *septum lucidum*. — Co. Couche optique gauche. — *peb*. Un des pédoncules du cerveau. — *pa*. Pédoncule antérieur du cervelet. — *pl*, *pl*. Pedoncule latéral du même. — *pp*. Son pédoncule postérieur. — Sc. Scissure de Sylvius, divisant latéralement les hémisphères cérébraux. — M. Moelle épinière.

du côté droit, par exemple, le côté gauche continue à exercer ses fonctions normales. Les parties symétriques sont toutefois réunies et mises réciproquement en action par des fibres nerveuses transversales, que l'on nomme les *commissures*.

De cette description topographique du cerveau il faut retenir surtout les deux *hémisphères*, dont les travaux modernes ont particulièrement éclairé les usages physiologiques.

Le cerveau est parcouru par beaucoup de vaisseaux sanguins, qui s'y subdivisent en canaux nombreux, d'un très-faible cali-

bre, et qui, finissant par devenir d'un diamètre capillaire, constituent le *réseau capillaire du cerveau*. Il faut que le sang arrive toujours avec abondance à l'encéphale pour que ses fonctions s'exécutent avec intégrité, et que les forces qu'il dépense soient constamment réparées par un sang fortement oxygéné. Aussi des modifications dans la quantité et dans la nature du sang amènent-elles promptement une perturbation dans l'activité de cet appareil organique.

Fait assez curieux, et que l'on ne soupçonne pas généralement, le cerveau exécute une sorte de mouvement, que l'on a expliqué par les battements des artères qui se distribuent dans sa masse, mais qui peut-être aussi dépend de quelque autre cause, encore inconnue. Ce mouvement, qui embrasse la totalité du cerveau, devient visible sur les sujets auxquels on pratique le *trépan*, opération chirurgicale qui consiste à enlever à la boîte crânienne des rondelles de substance osseuse, soit pour ouvrir un abcès survenu dans le cerveau, soit pour toute autre indication. Quand l'instrument d'acier a ainsi pratiqué une sorte de fenêtre ronde dans un des os du crâne, on voit le cerveau s'élever et s'abaisser, suivant un rhythme qui correspond, pour le mouvement d'élévation, à chaque battement du cœur, et pour le mouvement d'abaissement, à chaque expiration effectuée par les muscles de la poitrine.

On peut percevoir d'une manière plus simple le mouvement du cerveau en appliquant le doigt sur la *fontanelle* de l'enfant nouveau-né, c'est-à-dire sur le sommet de la voûte du crâne de l'enfant, partie non encore complètement ossifiée et demeurée à l'état cartilagineux. Grâce au peu de résistance que présente encore, en ce point, l'enveloppe osseuse du cerveau, il est facile de sentir sous le doigt les mouvements d'élévation et d'abaissement de la masse encéphalique.

Chez l'enfant, la masse cérébrale est molle; elle a la consistance d'une gelée. Le cerveau ne prend sa consistance normale que vers la septième année. Ce n'est donc qu'à partir de cet âge que l'on peut, sans inconvénient, imposer à l'enfant un travail intellectuel.

On n'a remarqué aucune différence quant à la structure et à la consistance du cerveau considéré chez l'homme et chez la femme. L'aptitude aux travaux intellectuels est certainement égale dans l'un et l'autre sexe.

M. Sappey, professeur d'anatomie à la Faculté de Médecine de Paris, a pesé, comparativement, des cerveaux d'homme et de femme. Le poids total de l'encéphale de la femme ne diffère que fort peu, d'après les recherches de M. Sappey, de celui de l'homme. L'encéphale de l'homme pesant 1358 grammes, celui de la femme pèserait 1256, ce qui ne donnerait qu'une différence de 102 grammes en faveur de l'homme. En comparant, chez l'homme et la femme, le poids de toutes les parties qui composent l'encéphale (le cerveau, le cervelet, l'isthme et le bulbe rachidien), M. Sappey a trouvé dans le poids du cerveau une différence de 94 grammes en faveur de l'homme, et de très-faibles différences entre l'homme et la femme, si l'on considère le cervelet, l'isthme et le bulbe rachidien.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus par M. Sappey :

	Encéphale.	Cerveau.	Cervelet.	Isthme.	Bulbe.
Homme.	1,358	1,187	0,143	0,0215	0,0080
Femme.	1,256	1,093	0,137	0,0200	0.0075
Différ. en faveur de l'homme.	0,102	0,094	0,006	0,0015	0,0005

Ainsi, le cerveau pèse un peu plus chez l'homme que chez la femme; mais pour les autres éléments de l'encéphale les différences sont insignifiantes.

Pendant la vieillesse, la substance cérébrale se durcit, devient plus coriace; le cerveau se *ratatine*, pour ainsi dire.

Le *cervelet* est la partie de l'encéphale qui est située à la partie postérieure du cerveau, dans la région occipitale, c'est-à-dire la région qui surmonte la nuque.

Le volume du cervelet est beaucoup moindre que celui du cerveau : la proportion est à peu près d'un septième. Sa forme est celle d'un œuf qui serait un peu applati de haut en bas. Ses parties sont symétriques, comme celles du cerveau.

Le cervelet (fig. 88), qui est, comme semble l'indiquer son nom, un petit cerveau, un diminutif de cet organe, se partage, comme le cerveau, en deux *lobes latéraux*, ou *hémisphères*, et en un *lobe moyen*. Sa surface est sillonnée de lignes courbes, à peu près concentriques, mais qui diffèrent d'aspect de celles du cerveau. Ce ne sont plus des sillons proprement dits, mais des lames appliquées les unes contre les autres, comme les feuillets d'un livre.

Nous avons signalé, en parlant du cerveau, le *corps calleux*, c'est-à-dire la partie qui relie ensemble les hémisphères cérébraux, au moyen de prolongements que l'on nomme *pédoncules du cerveau*.

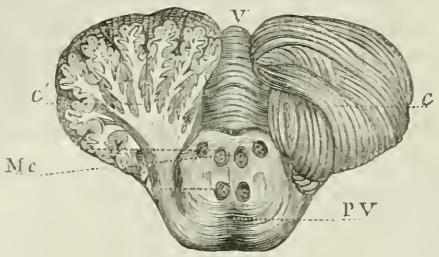


Fig. 88. Coupe du cervelet.

V. Partie moyenne du cervelet. — C, C'. Lobes latéraux du cervelet: l'un d'eux, C', a été coupé, pour montrer l'*arbre de vie*, produit par les irradiations de la substance blanche. — PV. Protubérance annulaire, ou pont de Varole. — Mc. Prolongement des faisceaux de la moelle à travers la protubérance.

Nous ajouterons seulement que l'on nomme *protubérance annulaire* une sorte d'anneau qui embrasse les pédoncules cérébraux. L'anatomiste italien Varoli, ayant trouvé que cette partie du cervelet ressemble à un pont, on donne quelquefois à la protubérance annulaire PV le nom de *pont de Varole*.

Le cervelet se compose, comme le cerveau, de substance grise à l'extérieur, et de substance blanche à l'intérieur.

Si l'on pratique une coupe du cervelet verticalement, d'avant en arrière, ainsi que le représente une partie de la figure 88, on voit, à l'intérieur de cet organe, les substances blanche et grise, qui représentent, avec un peu de bonne volonté, les divisions et subdivisions des branches d'un arbre. On a donné le nom d'*arbre de vie* (C') à la figure que semble former la section du cervelet ainsi pratiquée.

Nous venons de faire, pour ainsi dire, la géographie de l'encéphale. Il s'agit maintenant de savoir ce qui se passe dans cette république anatomique, dans ce chef-lieu du système nerveux.

Pour sentir, pour concevoir, pour former des idées, pour rapprocher ces idées et les comparer entre elles, pour en tirer des inductions, des déductions, des délibérations, des actes de volonté et de liberté morale, l'âme, avons-nous dit, a besoin d'un instrument matériel, qui lui serve d'intermédiaire entre sa suprême essence et le monde du dehors. Cet instrument matériel, cet intermédiaire visible et palpable entre l'âme sensible et le monde extérieur, entre le *moi* et le *non-moi*, c'est, à n'en pas douter, l'encéphale.

Celui qui aime à pénétrer les mystères de la nature et à scru-

ter les secrets ressorts de notre machine, ne peut se défendre d'une vive émotion, lorsqu'il porte, pour la première fois, un regard attentif sur l'encéphale humain.

Toutes les impressions perçues par les organes des sens, ainsi que par les extrémités des nerfs qui se perdent dans la peau, sont transmises à l'encéphale. L'encéphale est donc le centre des impressions du dehors. C'est à lui que toutes les sensations arrivent; c'est de lui que part la cause de tous les mouvements volontaires. Il est un centre pour les fonctions de relation, comme le cœur est un centre pour les fonctions de nutrition, et l'on peut dire du cerveau, comme du cœur : *Omnibus dat et ab omnibus accipit* (il donne à tous et il reçoit de tous).

Nous disons que l'encéphale est l'instrument des opérations de l'âme, c'est-à-dire le siège de l'intelligence, de la conscience, des manifestations de l'esprit et de toute activité intellectuelle et morale. Les preuves de ce fait surabondent aujourd'hui.

Quand nous nous sommes livrés à un travail intellectuel excessif, où ressentons-nous de la fatigue? Est-ce au cœur, est-ce à l'estomac, est-ce dans les membres ou dans le tronc? Non ; c'est dans le cerveau. Et puisque c'est au cerveau que la fatigue se fait sentir, si le travail d'esprit nous *donne mal à la tête*, ne faut-il pas en conclure que la tête est le siège de l'effort intellectuel? Ce que l'on appelle *pâlir sur les livres* est une expression fort impropre. On sait bien, en effet, que la contention d'esprit que nous nous imposons pour étudier, ne fait point pâlir notre visage, mais que, tout au contraire, elle fait rougir la face et le front, par une congestion physiologique, résultant de l'afflux du sang vers la tête. Et que vient faire le sang déversé dans le cerveau en quantité anormale pendant l'effort intellectuel? Il vient exciter, par son abondance et son rapide cours, les facultés de l'attention, de la comparaison, de la déduction, de la mémoire, qui sont les attributs de l'intelligence. Au lieu donc de dire que l'on pâlit sur les livres, il vaudrait mieux dire que l'on *rougit*. Mais, quel que soit le nom que l'on donne à cet appel temporaire du sang dans l'encéphale pendant le travail d'esprit, il n'en prouve pas moins que l'encéphale est le siège de l'intelligence.

Dans l'enfance, âge où la masse encéphalique est encore molle, sans consistance, sans organisation arrêtée, les idées sont rudimentaires; elle se perfectionnent avec le développement du

cerveau. Au contraire, dans la vieillesse, lorsque le cerveau est endurci par les progrès de l'âge, les idées perdent de leur vivacité, de leur durée et de leur puissance.

Le professeur Broca, discutant 347 faits, cités par Wagner, en a tiré les conclusions suivantes :

1° L'encéphale de l'homme atteint son plus grand développement à 40 ans, dans les deux sexes ; 2° il varie à peine de 40 à 50 ans; 3° il commence à décroître vers cette limite d'âge. Cette diminution est d'abord lente, souvent presque nulle, et devient plus accentuée vers 70, et surtout de 70 à 80 ans.

Les maladies du cerveau amènent chez l'homme des désordres intellectuels, une suppression plus ou moins complète des manifestations de l'âme, ou l'idiotisme. La destruction des hémisphères cérébraux amène chez les animaux la suppression de l'intelligence.

Si le cerveau est engourdi par l'opium, s'il est désorganisé par une blessure, une fracture du crâne, par un épanchement de sang ou de sérosité, l'intelligence est altérée.

Le Dr Pierquin, médecin à l'Hôtel-Dieu de Paris, eut à traiter, dans cet hôpital, en 1825, une femme chez laquelle la maladie avait détruit une grande partie des os du crâne et dépouillé le cerveau de ses membranes. Quand cette femme était éveillée, on voyait son cerveau, coloré en rouge, s'agiter et se gonfler par la circulation du sang. Pendant le sommeil, le cerveau était affaissé et d'une teinte rosée. Au moment du réveil, la malade prononçait quelques mots : c'était le signe du retour de l'intelligence, et aussitôt on voyait le cerveau se soulever et reprendre sa teinte rouge.

Si on lie, chez les chiens, l'artère carotide et les artères vertébrales, qui fournissent le sang au cerveau, ces animaux perdent toute sensation et semblent porter une tête morte sur un corps vivant. Mais si l'on dénoue les ligatures, le sang recommence à circuler dans l'encéphale, et l'animal revient à la vie.

La simple compression des deux artères carotides détermine un état de torpeur et d'insensibilité complète chez l'homme et les animaux. Faites cesser la compression, c'est-à-dire rendez un libre cours au sang qui abreuve le cerveau, vous verrez reparaître la sensibilité. La compression des artères carotides figurait au nombre des moyens qui avaient été proposés autrefois pour suspendre la sensibilité, pendant les opérations chirurgicales.

La syncope n'est autre chose qu'un état d'insensibilité, une suppression des fonctions cérébrales, provoquée par l'arrêt des mouvements du cœur, lequel cesse d'envoyer du sang aux diverses parties de l'économie, et par conséquent au cerveau.

Chez les animaux supérieurs, le développement de l'intelligence est en rapport avec le développement du cerveau, ou, pour mieux dire, avec le nombre des éléments anatomiques du cerveau. L'immense supériorité de l'homme sur l'animal, sous le rapport intellectuel, s'explique quand on voit combien le cerveau de l'homme est plus volumineux que celui d'un animal quelconque, et surtout quand on remarque que le cerveau des animaux ne possède qu'un très-petit nombre de ces divisions de la masse cérébrale qui portent chez l'homme différents noms.

A mesure qu'on s'élève des animaux à l'homme, la partie antérieure du cerveau s'accroît, et s'avance de manière à faire surplomber sur la face la masse encéphalique, et à rendre le front moins fuyant, c'est-à-dire à constituer une *région frontale*, laquelle manque aux animaux. Le développement de la masse encéphalique est particulièrement propre à l'espèce humaine.

On peut conclure de tous ces faits que le développement de l'intelligence est lié au développement de la partie antérieure du cerveau.

La coïncidence du développement de la partie antérieure du cerveau et de l'intelligence peut être constatée en comparant les crânes de races différentes, comme, par exemple, ceux d'un blanc et d'un noir. Chez le nègre, le front est bas et fuyant ; il est haut et droit dans les autres races humaines un peu privilégiées.

Bien plus, on peut s'assurer que, dans la même race, des différences dans la portée de l'intelligence correspondent à des différences de volume du cerveau. Le professeur Broca a mesuré des têtes de savants et des têtes d'individus illettrés (infirmiers ou manœuvres), et il a trouvé que le crâne des premiers était toujours plus volumineux que celui des seconds, et que l'excès de volume était exclusivement dû au développement de la région frontale. M. Broca n'est pas éloigné de croire que le cerveau se développe sensiblement par le travail et l'éducation.

Dans la séance du 20 août 1878 de l'Académie de médecine de Paris, MM. Lacassagne et Cliquet, médecins militaires, ont présenté une brochure intitulée *De l'influence du travail intellectuel sur le volume et la forme de la tête.*

Les auteurs ont opéré sur un assez grand nombre d'individus avec le *conformateur* dont se servent les chapeliers . Cet instrument prend exactement la forme de la tête, qu'il traduit par un tracé de réduction toujours en rapport avec la véritable circonférence donnée par l'instrument. MM. Lacassagne et Cliquet ont convenablement modifié le conformateur pour l'appliquer à leurs mesures.

La comparaison des dimensions du crâne, établie entre des docteurs en médecine et des militaires plus ou moins illettrés, a donné des résultats d'où les auteurs ont tiré les deux conclusions suivantes :

1° La tête est plus développée chez les gens instruits qui ont fait travailler leur cerveau que chez les illettrés ou les individus dont l'intelligence est restée inactive.

2° Chez les gens instruits, la région frontale est relativement plus développée que la région occipitale, et si la différence entre ces deux régions existe au profit de la dernière, cette différence est minime, alors que chez les illettrés elle est considérable.

Cette opinion nous paraît fondée. De même que chacun de nos sens se développe par l'exercice et s'entretient par l'habitude de son excitant naturel — la lumière pour l'œil, le son pour l'oreille, les saveurs pour le palais — de même le cerveau, qui a pour excitant naturel la *pensée*, doit se développer par l'habitude de la pensée. Il s'accroît et se fortifie par un exercice approprié à sa nature : il s'étiole en l'absence de sentiments ou d'idées.

Le cerveau de l'homme qui ne pense pas ou qui pense peu, perd de son excitabilité et de son activité ; tandis que chez l'homme dont les facultés intellectuelles sont constamment exercées, l'encéphale, grâce à une circulation et à une nutrition plus actives, prend plus de volume, de consistance et de force.

Chez les personnes qui ont renoncé à toute vie intellectuelle, dont l'âme est uniquement absorbée par les choses matérielles, le cerveau subit un mouvement de retrait.

C'est pour cela que, selon la remarque du Dr Louis Cruveilhier, l'exercice de certaines professions qui emprisonnent l'esprit dans un cercle d'idées et d'habitudes étroites, mesquines, qui le dépouillent de toute initiative, de toute volonté, aboutit presque toujours à une atrophie intellectuelle[1]. C'est une pratique

1. *Œuvres choisies du docteur Louis Cruveilhier*, 1 vol. in-12, avec une Préface par Frédéric Morin. Paris, 1862.

très-répandue dans l'industrie moderne que de confier à un ouvrier une seule et exclusive besogne. Dans les fonderies, tel ouvrier ne fait que percer des trous dans le fer, tel autre que tailler des rivets, un troisième que tirer la chaîne du marteau-pilon à vapeur. Par cette exécution constante d'une seule opération, l'ouvrier, dit-on, devient extraordinairement habile dans cette opération; et, d'après cette remarque, on multiplie autant qu'on le peut, dans les ateliers, cette division du travail poussée à ses dernières limites. La coutume peut être bonne pour le travail ; mais que devient le cerveau de l'ouvrier occupé pendant sa vie entière à percer des trous dans le fer, à tailler des rivets, ou à tirer la chaîne du marteau-pilon? A cet abrutissant métier son cerveau s'atrophie, son crâne même se rétrécit.

Le roi d'Angleterre Georges III a offert un frappant exemple de cette atrophie du cerveau et du crâne consécutive à la disparition graduelle de l'intelligence. La tête de ce pauvre monarque avait été moulée avant 1787, pendant sa jeunesse, avant son premier acte de folie. Il mourut en 1820, et sa tête fut moulée de nouveau. On trouva alors que sa tête présentait une diminution notable de l'angle facial. Le docteur Fossati, savant phrénologiste, mort en 1876, possédait ces deux bustes de Georges III, qui frappaient les yeux les moins prévenus par la différence du volume du front.

L'anatomiste anglais Elliottson a trouvé que sur un idiot le cerveau ne formait que le cinquième du volume qu'il offre chez les autres hommes.

Cubi i Soler, dans son ouvrage sur la *Phrénologie*, a donné le dessin exact de plusieurs crânes d'idiots ou d'imbéciles. Nous donnons ici (fig. 89), d'après l'ouvrage de cet auteur, les dessins de deux têtes d'imbéciles pris dans les hospices d'Amsterdam et d'Édimbourg.

Il est aujourd'hui reconnu qu'un crâne d'homme adulte dont la circonférence n'a pas plus de $0^m,30$ à $0^m,35$, loge la cervelle d'un imbécile: — que de $0^m,40$ à $0^m,46$, il y a de grandes probabilités pour une intelligence obtuse: — qu'à $0^m,48$ l'esprit est ordinaire, et qu'un crâne de $0^m,54$ à $0^m,56$ de circonférence appartient toujours à un homme bien doué sous le rapport intellectuel.

Il est parfaitement établi que les têtes exiguës, irrégulières, sans symétrie, appartiennent à des imbéciles, des crétins, des

idiots ou des hommes médiocres ; — que les têtes à front étroit, déprimé, fuyant en arrière ou évidé en forme de toit, comme la tête qu'Homère donne à l'ignoble Thersyte, sont le partage des hommes cruels, — et que les têtes en avant, les têtes à large front, distinguent les hommes de talent ou de génie.

Les anciens avaient bien compris cette loi de l'organisation, puisqu'ils représentaient Jupiter avec une tête énorme et Hercule avec une petite tête.

Examinez les bustes qui représentent les têtes des grands hommes de tous les siècles, les têtes de Socrate, de Platon, de César, de Bacon, de Galilée, de Leibniz, de Napoléon Ier, de Mirabeau, de Cuvier, de Gall, d'Arago, de Broussais, de Lamartine, de

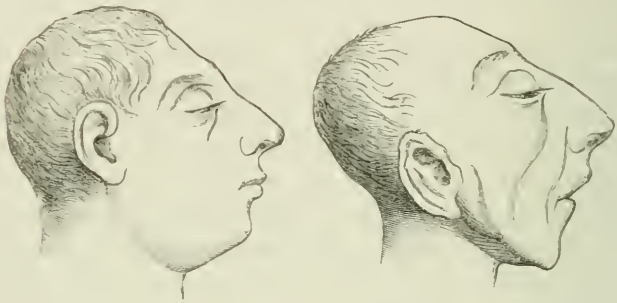


Fig. 89. Têtes d'imbéciles dessinées dans les hospices d'Amsterdam et d'Édimbourg.

Victor Hugo, vous reconnaîtrez, à première vue, le développement de la région frontale, signe révélateur de la proéminence du cerveau dans la région supérieure. Examinez les têtes des hommes éminents, au barreau, dans la chaire, dans les chambres, au sein des académies, etc., vous leur trouverez toujours le front et la face marqués de ce signe extérieur des dons de l'esprit.

Le docteur Lélut a pesé, comparativement, un nombre égal de cerveaux provenant d'idiots et d'hommes plus ou moins intelligents, et il est arrivé à conclure que l'encéphale est, en général, plus pesant chez les hommes intelligents que chez les idiots, et que l'augmentation de poids et de volume est surtout marquée dans les lobes cérébraux. Le docteur Luys est arrivé, dans des recherches plus récentes, au même résultat.

On peut rappeler à ce propos que plusieurs hommes remarquables par la puissance de leur intelligence avaient un cerveau d'un poids et d'un volume considérables. Le cerveau de Cromwell pesait, dit-on, 2 kilogrammes 231; celui de lord Byron 2 kilogrammes 238; celui de Cuvier 1 kilogramme 829; celui de Dupuytren 1 kilogramme 436. Celui de Napoléon Ier était également d'un poids considérable. Mais on a fait remarquer, non sans raison, qu'il aurait fallu peser seulement les lobes cérébraux et non tout l'encéphale, et que ce poids ne prouve rien par lui-même, puisqu'on y comprend, outre les lobes cérébraux, le cervelet et les portions qui constituent la base de l'encéphale, toutes parties qui paraissent étrangères aux manifestations de l'intelligence.

Il aurait fallu, du reste, connaître le poids total du corps, pour pouvoir tirer du poids de l'encéphale une conclusion sérieuse. Le poids de tout l'encéphale, chez l'homme adulte, est au poids du corps :: 1 : 30. Donc, pour décider si le poids considérable des cerveaux de Cromwell, de Dupuytren, de Cuvier, etc., prouve quelque chose, il faudrait pouvoir le comparer au poids total du corps, élément que l'on ne possédait pas dans les cas qui viennent d'être cités.

Serres (de l'Institut) aimait à raconter, dans sa clinique de l'hôpital de la Pitié, qu'à l'époque où l'on prit le poids du cerveau de Cuvier, un simple porteur d'eau mourait dans le même quartier. Le cerveau de cet homme, qui avait exercé sa profession pendant toute sa vie, ayant été mesuré et pesé, comparativement à celui de Cuvier, on trouva que son cerveau était encore plus volumineux et plus lourd que celui du grand naturaliste.

De nos jours, Gratiolet a pesé un grand nombre de cerveaux humains, en se conformant aux données exigées par la science, et il a trouvé une concordance réelle entre le poids du cerveau, comparé au poids total du corps, et le degré d'intelligence attribué à l'individu.

Il ne faudrait pas croire pourtant que le poids du cerveau ou le volume de la tête soit, chez tous les individus, la mesure exacte de leur intelligence. On voit des hommes fort spirituels et doués de grandes capacités avec une très-petite tête. Voltaire avait la tête petite. Et pourtant quelle n'était pas la puissance et surtout la variété de ses facultés intellectuelles!

C'est qu'une seconde loi préside à la perfection de l'encéphale; c'est, selon Gratiolet, l'amplitude, le nombre et la profondeur des circonvolutions et des anfractuosités cérébrales. Un petit crâne permet de loger un cerveau offrant une surface considérable, si ce cerveau est creusé de sillons et d'anfractuosités qui multiplient considérablement la masse du *tissu nerveux* Les fonctions du cerveau tiennent moins sans doute à la masse de l'organe lui-même qu'à l'organisation qui lui est propre, et qui lui donne l'activité.

Il faut ajouter que la substance cérébrale peut être, à divers degrés, imprégnée de graisse, d'albumine ou d'eau, ce qui diminue ou augmente relativement le volume apparent de l'encéphale. Sa masse ne mesure pas alors exactement celle du *tissu nerveux* proprement dit, lequel seul est actif.

Ce n'est donc pas sans raison que le vulgaire donne le nom de *tête de linotte*, de *tête d'oiseau*, de *tête sans cervelle*, aux esprits superficiels, légers, incapables de réflexion ou de jugement.

La proéminence du front étant reconnue le signe certain de l'intelligence, chez l'homme et chez les animaux, on a dû se préoccuper de mesurer exactement ce degré de proéminence du front. On appelle *angle facial* l'ouverture plus ou moins grande de l'angle qui forme le surplomb du front sur la face.

Pour évaluer l'angle facial, le moyen le meilleur est celui qui a été indiqué, à la fin du siècle dernier, par l'anatomiste allemand Camper.

Abaissez une ligne du front un peu au-dessus de la lèvre supérieure, au-dessous du nez; de ce dernier point, faites partir une autre ligne qui aille gagner chaque oreille, en coupant l'articulation de la mchoire inférieure : l'angle formé par la rencontre de ces deux lignes représentera la proéminence de la partie antérieure du cerveau, et conséquemment le degré relatif de l'intelligence. Plus l'angle que ces lignes forment est ouvert, plus le développement des hémisphères cérébraux est considérable; plus considérable aussi est le volume du crâne, comparé à la face.

On sait que la stupidité des animaux est d'autant plus marquée que les proportions, les volumes du crâne et de la face, s'éloignent davantage de celles de l'homme.

La figure 90 montre la manière de tracer l'angle facial sur une

tête humaine. On a pris pour type le nègre et l'Européen de race caucasique.

L'angle facial est celui qui résulte de la rencontre des deux lignes *a b*, C D, tirées comme l'indique cette figure.

Chez l'Européen bien conformé l'angle facial est de 85 à 95; chez le nègre, il n'est que de 70. Chez le singe il n'est que de 65.

L'angle facial ne suffit pas cependant pour comparer entre elles, sous le rapport intellectuel, les diverses races de l'humanité. En effet, l'angle facial ne nous apprend rien sur la forme du crâne, et par suite sur celle du cerveau. Il n'embrasse pas les parois latérales du crâne, et ne nous révèle point, par consé-

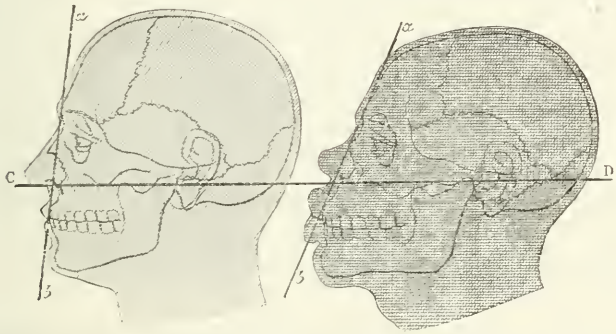


Fig. 90. L'angle facial sur une tête d'Européen de race caucasique et sur une tête de nègre.

quent, des différences de formes qui, au simple aspect, sont cependant profondes.

Ces différences sont assez prononcées pour que les anthropologistes aient pris cette particularité de l'organisation, c'est-à-dire la forme du crâne, pour diviser l'humanité physique en groupes bien distincts. Les anthropologistes modernes distinguent les races humaines en *dolichocéphales*, ou têtes allongées (de δολιχός, allongé, κεφαλή, tête), et *brachycéphales* ou têtes courtes (de βρακύς, court, κεφαλή, tête). Dans les races dites *dolichocéphales*, le crâne, vu par sa face supérieure, présente un ovale allongé, sa plus grande longueur l'emportant d'un quart environ sur sa plus grande largeur. Dans les races *brachycéphales*, la tête a la forme d'un ovale aplati en arrière : sa plus grande longueur ne dépasse pas sa plus grande largeur de plus d'un huitième.

Un autre caractère distinctif des races humaines a été tiré

de la proéminence de la machoire; ce qui fait entrer en ligne de compte l'angle facial. On appelle *orthognathes* (de ὀρθός, droit, et γνάθος, mâchoire) les têtes dans lesquelles le rebord alvéolaire des mâchoires est droit ou très-peu oblique, comme dans la race caucasique; et *prognathes* (de πρό, en avant, et γνάθος, mâchoire) les têtes dans lesquelles la machoire proémine en avant, comme dans la race nègre.

Disons, pour éclaircir, par quelques exemples, ce que peut avoir d'obscur cette nomenclature, que les Suédois, les Français, les Allemands du sud, appartiennent à la race *dolichocéphale orthognathe;* les Chinois, les Japonais, les Esquimaux, à la race *dolichocéphale prognathe*. Parmi les *brachycéphales orthognathes*, nous citerons les Turcs, les Slaves, les Russes, les Hongrois, les Allemands du nord, les Persans, les Mexicains; et parmi les *brachycéphales prognathes*, les Tartares, les Mongols, les Malais, les Nègres.

Les formes de la tête et de la face, c'est-à-dire leur crâne et leur physionomie, distinguent entre elles toutes ces races. Ces différences de structure anatomique ont, en effet, pour conséquence des différences correspondantes dans la portée intellectuelle. Le nègre et l'Australien sont impuissants à concevoir et à recevoir des idées que des Européens comprennent sans efforts.

Le fait général que l'encéphale est le siége de l'intelligence, de la pensée et de la volonté, est donc à l'abri de tous les doutes. Mais on a voulu aller plus loin. La science s'est proposé le problème audacieux de localiser les facultés et les instincts de l'homme dans les différentes parties de l'encéphale, de déterminer quelles sont, à l'exclusion les unes des autres, les régions qui présideraient à l'exercice de chacune de nos facultés intellectuelles et morales.

Nous voudrions pouvoir dire que ce problème a été résolu. Malheureusement il n'en est rien. La localisation cérébrale est comme une forêt épaisse, à travers laquelle on trouve à peine encore quelques sentiers tracés. Le reste est un impénétrable fouillis.

Ce que l'on sait d'à peu près rigoureux, c'est d'abord que les lobes cérébraux sont le siège des facultés intellectuelles; ensuite que la substance extérieure du cerveau, la substance grise, paraît le siège anatomique de nos facultés intellectuelles, la substance blanche, ou interne, restant étrangère à toute action de ce genre.

Ce qui semble prouver le rôle spécial des substances grise et blanche, c'est que dans l'idiotisme, dans la folie, quand le cerveau présente quelque altération de texture (ce qui arrive d'ailleurs assez rarement), la seule partie altérée c'est la substance grise; la substance blanche conserve son aspect habituel. Le ramollissement du cerveau, qui a pour conséquence l'affaissement physique et moral de l'individu, la disparition graduelle de ses facultés intellectuelles et de sa volonté, ne consiste point, comme on se l'imagine généralement, dans le ramollissement de toute la masse encéphalique, mais seulement dans une altération de la substance grise, ou corticale, qui est désorganisée au point de se réduire, sous le doigt, en une gelée, en une pulpe demi-liquide, tandis que la substance blanche persiste dans son état normal.

Cette proposition que les travaux modernes sur la localisation cérébrale n'ont conduit à de résultats positifs qu'en ce qui concerne les fonctions des lobes cérébraux et les rôles respectifs des substances grise et blanche du cerveau, ne peut être acceptée sans preuves de notre part. Nous allons donc jeter un rapide coup d'œil critique sur les travaux relatifs aux localisations cérébrales, travaux qui sont en nombre considérable, car ils embrassent notre siècle presque tout entier.

S'il est un point en apparence bien établi (et pour notre compte, nous ne le mettons pas en doute), c'est que la région frontale des lobes antérieurs du cerveau est le siège des facultés intellectuelles. Cependant, combien de faits pourraient être cités en opposition avec cette théorie! Combien de fois n'a-t-on pas vu, dans les ambulances, des blessés ayant eu une partie du crâne emportée par un fragment d'obus ou par un coup d'arme blanche qui leur avait enlevé la plus grande partie des lobes antérieurs du cerveau, et chez lesquels l'intelligence persistait dans son intégrité parfaite! On voit quelquefois le chirurgien, à la suite d'une plaie ou d'une fracture de la partie antérieure ou supérieure du crâne, enlever, avec une cuiller, d'assez grandes quantités de substance cérébrale, puis la plaie se cicatriser, sans que l'individu ait été un seul instant privé de l'intelligence ni de l'exercice intégral de ses sens.

Richerand cite le cas d'un malade qui avait perdu une grande partie de la substance cérébrale, en même temps que les os de la

voûte du crâne. On avait fabriqué à ce malheureux un crâne en carton, qui remplaçait son crâne naturel. Quand le chirurgien voulait panser le cerveau, il ôtait tout bonnement la calotte de carton, nettoyait, détergeait la masse encéphalique; puis il replaçait la calotte sur le cerveau. Et l'individu a vécu assez longtemps avec cette infirmité..... ce qui ferait croire à la légende de l'invalide à la tête de bois.

On a longtemps affirmé que, pour qu'un individu soit doué d'un bon jugement, il faut que ses deux lobes cérébraux soient parfaitement égaux, entièrement symétriques. Bichat avait contribué à propager cette opinion. Cependant il portait en lui-même la preuve qu'un homme de génie peut avoir le cerveau inégalement développé : on trouva, à son autopsie, que ses lobes cérébraux n'étaient pas du même volume.

M. Bouillaud place dans les lobes antérieurs du cerveau la faculté du langage, mais Flourens donnait un autre siège à cette faculté. Entre ces deux hommes illustres et d'une égale autorité scientifique, comment se prononcer?

Les médecins aliénistes ont multiplié les recherches d'anatomie pathologique sur le cerveau des aliénés, et à part une certaine altération de la substance grise, qui est loin d'être constante, la science n'a pu constater la moindre particularité anormale, soit dans le volume, soit dans la texture, soit dans la couleur, la vascularisation, etc., du cerveau de l'aliéné. L'encéphale du fou est presque toujours absolument semblable à celui de l'homme de bon sens.

Gratiolet a publié un travail très-savant dans lequel il établit que la profondeur des anfractuosités cérébrales, le nombre de plis et circonvolutions du cerveau, sont, plus que toute autre chose, la véritable mesure du degré d'intelligence chez l'homme et les animaux. Cette opinion de Gratiolet a trouvé quelque faveur; mais Longet la rejetait absolument.

Flourens avait affirmé que l'usage du cervelet était de *coordonner les mouvements*. Cette espèce d'abstraction physiologique avait fini par être acceptée, grâce aux affirmations de Flourens, qui s'appuyait sur ce fait que différents animaux auxquels il avait enlevé le cervelet, avaient présenté une marche incertaine et titubante. « L'absence du cervelet cause, disait Flourens, dans les mouvements des animaux, un trouble analogue à celui de l'ivresse. Cet organe est donc le régulateur des mouvements. »

Cependant Andral a publié des observations de maladies du cervelet dans lesquelles les mouvements s'exerçaient avec leur harmonie ordinaire, et l'on a constaté dans le crâne d'individus aux allures parfaitement normales une absence totale du cervelet. Duchenne (de Boulogne) a ensuite battu en brèche, par des expériences directes et convaincantes, la théorie de Flourens.

D'autres physiologistes ont décerné au cervelet le privilège d'influencer les passions physiques ; mais ici encore des observations d'anatomie pathologique ont complètement renversé ce roman.

Selon Flourens, c'est dans le *bulbe rachidien* que résiderait ce qu'il appelait le *nœud vital*.

« C'est, dit Flourens, au centre du V de substance grise de la *moelle allongée*, dans une étendue d'une ligne à peu près, que se trouve le *nœud vital*, l'organe de la respiration, la clef de voûte de tout l'organisme. Un coup de scalpel en cet endroit, et la vie cesse. Toutes mutilations, ablations, incisions, etc., ailleurs qu'en ce point précis de la moelle allongée, sont curables, mais ici elles ne le sont pas. »

Ainsi, d'après Flourens, ce serait dans le *bulbe rachidien* que se trouverait le *point précis*, gros comme une tête d'épingle, qui tient sous sa dépendance le fonctionnement de tout l'appareil de l'innervation, et par suite l'existence de l'individu. C'est pour cela que Flourens appellait ce point de l'encéphale le *nœud vital*. Mais Longet a reconnu que le point du cerveau dont la lésion donne la mort, est situé plus bas, et le physiologiste Brown-Sequard, le successeur de Claude Bernard dans la chaire du Collège de France, a contredit formellement cette assertion de Flourens, même modifiée par Longet.

Des assertions aussi contradictoires, des résultats aussi opposés, obtenus par des observateurs également habiles et dignes d'une égale confiance, sont bien faits pour glacer la foi la plus robuste dans la physiologie expérimentale.

Il serait trop long de rechercher les différents attributs qui ont été accordés, comme conséquences des vivisections de différents physiologistes, au *pont de Varole*, — à la *protubérance annulaire*, — aux *pédoncules cérébraux*, — aux *tubercules quadrijumeaux*, — aux *couches optiques*, etc., etc. Nous ne pourrions que répéter ce que nous venons de dire à propos du cervelet et du bulbe rachidien, à savoir que les affirmations de certains expérimentateurs sont contredites par celles d'observateurs venus après eux, ou infirmées par des cas pathologiques.

Les recherches expérimentales concernant les localisations cérébrales continuent aujourd'hui en tout pays, avec un zèle infatigable, et chaque jour on se flatte de soulever une partie du voile qui couvre l'obscurité de cette question. Mais le voile retombe sans cesse. La vérité apparaîtra sans doute un jour, mais pour le moment le siège des facultés intellectuelles dans les lobes antérieurs du cerveau et l'attribution à la substance grise, à l'exclusion de la substance blanche, d'un rôle actif dans les phénomènes intellectuels, sont les deux seules conquêtes positivement acquises à la science, en ce qui touche la localisation des fonctions cérébrales.

L'encéphale agit-il, dans les manifestations intellectuelles et morales, par sa masse entière, ou seulement par quelques-unes de ses parties? En d'autres termes, faut-il attribuer nos facultés à autant de portions de l'encéphale distinctes et déterminées? Ce que nous avons dit du résultat des recherches des physiologistes concernant la localisation des fonctions cérébrales, recherches qui ont conduit à bien peu de résultats positifs, ne plaiderait pas en faveur de la localisation de nos facultés. Et pourtant, une doctrine qui a ce principe pour base, a produit dans le monde philosophique et scientifique une impression qui est loin d'être encore effacée. Nous voulons parler de la *phrénologie*.

En France, la *phrénologie* est en défaveur, parce qu'elle a été vigoureusement battue en brèche par des savants d'une grande autorité, qui l'ont accablée sous le poids d'arguments de la plus grande force, tirés de l'anatomie et de la physiologie. Leuret, Lélut et Flourens ont consacré des ouvrages *ex professo* à démontrer que l'anatomie humaine, l'anatomie pathologique et l'anatomie comparée, avec tout le cortège de témoignages scientifiques que l'on invoque d'ordinaire contre une doctrine qui déplaît, sont contraires à la phrénologie. Les preuves qui ont été produites à ce sujet ont beaucoup de valeur; cependant on en juge autrement sans doute en Angleterre et en Amérique; car, dans ces deux pays, la phrénologie est en grand crédit. On l'enseigne dans les cours publics des Universités, et la pratique judiciaire en tire parti pour la recherche des crimes, des vices et des aptitudes chez les prévenus. A ce titre, et pour ne pas trop obéir aux préjugés nationaux, nous dirons quelque chose de la *crâniologie*, ou *phrénologie*.

D'après les phrénologistes, il est possible de connaître, par l'exa-

men des saillies ou des enfoncements de la voûte osseuse du crâne, les qualités de l'esprit, les aptitudes, les capacités intellectuelles, les passions auxquelles l'homme obéit. Par exemple, le penchant au vol se décèle par une protubérance en un certain point du crâne, la bonté par une élévation du crâne sur un autre point, la prédisposition au calcul par une autre bosse crânienne, etc. Les phrénologistes assurent que leur doctrine a été reconnue comme vraie par l'examen du crâne de plusieurs grands hommes de notre siècle. Les têtes de Napoléon Ier, de Gœthe, etc., auraient donné raison au principe de la phrénologie, et expliqué les apparentes contradictions qui ont existé entre les caractères et les actions d'une foule d'hommes célèbres de tous les temps et de tous les pays.

Disons tout de suite que le principe général de la phrénologie nous paraît juste. Ce principe, c'est la division de l'encéphale humain en différentes sections, appartenant à divers départements de l'âme. On ne peut nier, en effet, que la partie antérieure et supérieure de l'encéphale, c'est-à-dire les lobes antérieurs, ne soit le siège des facultés intellectuelles. Cette vérité étant reconnue, la phrénologie doit être admise en principe. Le reste n'est que l'extension, le développement de ce principe. On peut rejeter les développements accessoires de la phrénologie, sans la rejeter pour cela, car la vérité d'une science ou d'un art repose sur l'exactitude de son principe fondamental, et non sur les applications et les déductions qu'on peut en tirer. On a repoussé la phrénologie, en France, d'après les savantes dissertations des Flourens, des Lélut et des auteurs des ouvrages classiques de physiologie. Ces auteurs objectent que les protubérances du crâne ne répondent pas à la conformation interne du cerveau. Ils demandent pourquoi la base du cerveau, qui repose sur un plancher osseux non apparent à l'extérieur, n'est point, d'après les phrénologistes, le siège de facultés, d'instincts ou de capacités, la paroi externe du crâne ayant seule ce privilège. Ils tournent en ridicule le nombre si considérable de facultés et d'aptitudes qui sont admises par les phrénologistes.

Mais parce que les phrénologistes ont trop divisé, est-ce une raison suffisante pour condamner leur système?

D'autres nient la phrénologie parce qu'elle est assez souvent démentie dans la pratique. Mais où donc est la certitude en médecine? Faut-il saigner dans l'apoplexie? La saignée

tue beaucoup d'apoplectiques, en leur enlevant les forces nécessaires pour réagir contre le mal. — La phthisie pulmonaire est-elle incurable? Chacun de nous pourrait citer, par leurs noms, des phthisiques radicalement guéris. — Faut-il purger ou saigner dans la fièvre typhoïde? Peut-on traiter cette maladie par les bains froids? – Faut-il appliquer aux calculeux la taille, ou la lithotritie? — Faut-il traiter les plaies par réunion immédiate, ou les laisser exposées à l'air? — Faut-il appliquer aux fractures le bandage inamovible? — L'incertitude règne sur des cas de médecine pratique qui se présentent à chaque instant. Les mathématiques pures ont seules le privilège de la certitude. Encore la mécanique rationnelle, qui est une branche des mathématiques pures, ne saurait-elle être admise comme article de foi, car un conducteur des ponts et chaussées trouve des solutions pratiques tout autres, et souvent meilleures, que celles qui résultent des formules des *Traités de mécanique rationnelle.*

Il ne faut donc demander la certitude qu'au principe d'une science. Quant à ses développements, à ses applications, ils sont toujours incertains.

Ce qui nous rend indulgent pour la phrénologie, c'est la science profonde et les longues études du fondateur de cette doctrine. Gall était un grand anatomiste. Il a laissé une description du cerveau bien supérieure à toutes celles qu'on avait faites avant lui. Il a donné le signal des recherches sur les relations des diverses parties du cerveau entre elles, et découvert que les fibres qui le composent vont des couches optiques à la couche corticale. Il a reconnu que des fibres nerveuses venant des circonvolutions cérébrales gagnent celles du côté opposé, en formant sur la ligne médiane le *corps calleux.* Il a découvert, en d'autres termes, le grand fait anatomo-physiologique de l'entrecroisement des fibres du cerveau. C'est depuis ses recherches que l'on sait qu'une paralysie d'un membre d'un côté du corps annonce que l'épanchement sanguin ou séreux existe dans le côté opposé du cerveau. Avant lui, on étudiait le cerveau en l'examinant par tranches verticales; il en fit l'étude fibre par fibre. « Je n'oublierai jamais, dit Flourens, dans un livre uniquement consacré à combattre la phrénologie, l'impression que j'éprouvai la première fois que je vis Gall disséquer un cerveau. Il me semblait que je n'avais jamais vu cet organe. »

Le même anatomiste mit le premier en évidence ce principe,

qui paraît presque banal aujourd'hui, que le cerveau est le siège des facultés intellectuelles, car du temps de Gall le fait n'était rien moins qu'établi. Il nous suffira de dire, pour prendre

Fig. 91. Gall.

un exemple, que Pinel, au commencement de notre siècle, plaçait le siège de la folie dans l'estomac !

Aux auteurs français qui traitent avec mépris la *crâniologie*, nous souhaiterions les connaissances anatomiques du fondateur de cette doctrine.

Gall était né en 1758, en Allemagne, à Tiffenbronn, dans le royaume de Wurtemberg. Il exerçait la médecine à Vienne. C'est en 1805 qu'il publia, pour la première fois, sa découverte, dans

un ouvrage intitulé *Nouveau système anatomique et physiologique.* Il exposa ses idées dans plusieurs conférences données dans les principales villes d'Allemagne, et se rendit ensuite à Paris. Il fit dans cette ville la rencontre d'un autre médecin allemand, Spurzheim, lequel embrassa sa doctrine avec chaleur et contribua beaucoup à la répandre.

Gall avait été conduit à sa théorie des fonctions cérébrales par des observations faites par lui, dès son enfance, sur ses condisciples et dans sa famille. Il avait plusieurs frères, et il avait remarqué que, bien qu'ils fussent tous placés à peu près dans les mêmes conditions, chacun se distinguait par quelque caractère particulier dans l'esprit, les goûts ou les penchants. Quand le jeune observateur fut envoyé à l'école de Tiffenbronn, il fit la même remarque sur ses condisciples et sur les jeunes gens qu'il rencontrait hors de son école.

Le caractère qui l'avait d'abord frappé, c'était que ceux qui avaient en partage une excellente mémoire, portaient des yeux gros et faisant, pour ainsi dire, saillie hors de l'orbite. La remarque qu'il avait déjà faite sur ses frères, se vérifia sur ses condisciples. Ceux qui apprenaient plus vite leurs leçons et les récitaient avec le plus d'assurance, étaient tous porteurs d'yeux à *fleur de tête*, selon l'expression vulgaire (fig. 92).

Quand il se livra ensuite à l'étude de la médecine, et qu'il chercha à approfondir la physiologie du cerveau, Gall reconnut bien vite que les fonctions de cet organe étaient encore absolument inconnues. Il se rappela alors ses remarques sur les grands yeux saillants, comme indice extérieur de la faculté de la mémoire, et il se dit que, puisque la mémoire se décèle au dehors par un signe physionomique, les autres facultés intellectuelles devaient peut-être aussi se manifester par quelques signes de la même espèce. Si cette remarque était fondée, quelques caractères physiques extérieurs pouvaient trahir les aptitudes sur un individu donné.

Tel fut le point de départ des recherches du médecin viennois.

A la suite des nombreuses observations auxquelles il se livra pendant une longue suite d'années, Gall considéra comme établi : 1° que les manifestations affectives et intellectuelles ne dérivent ni des tempéraments, ni des viscères de la poitrine ou de l'abdomen; 2° que le cerveau est l'organe spécial des facultés intellectuelles, morales et affectives; 3° qu'on ne peut mesurer

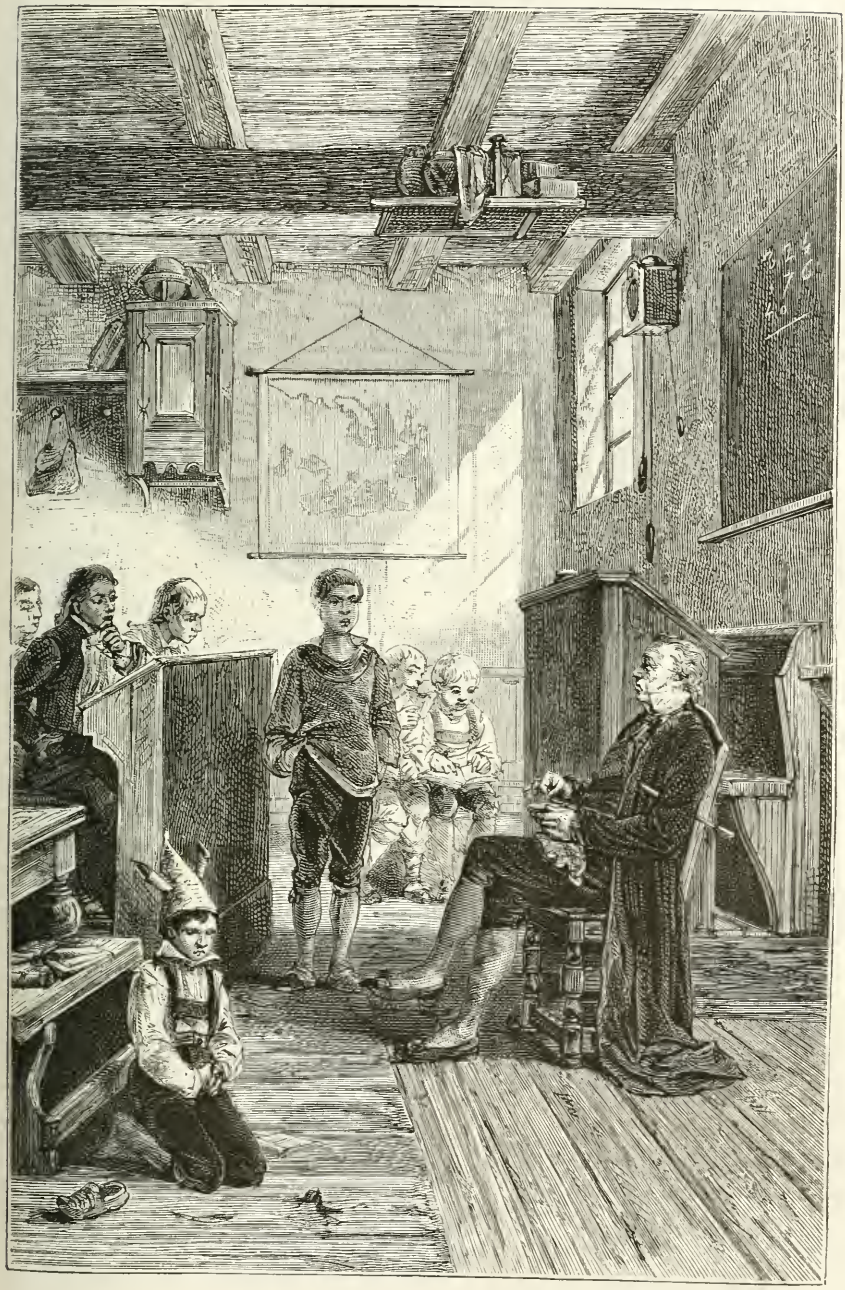


Fig. 92. Gall conçoit la première idée de son système de phrénologie à l'école de Tiffenbronn.

ces facultés ni par le volume absolu, ni par le volume relatif de la tête, mais bien par les proéminences de la table osseuse du crâne, lesquelles répondent à des facultés distinctes.

Dans l'immense quantité de recherches qu'il fit, en comparant entre elles des têtes d'hommes et d'animaux vivants, et en étudiant des crânes humains de toute espèce, Gall rechercha quels étaient les signes extérieurs qui pouvaient se trouver en rapport avec les instincts, les penchants, les qualités morales. Il examina, avec un soin minutieux, les têtes des individus signalés par leurs vertus ou leurs vices, ou par des talents particuliers. Il fit alors un dénombrement de nos facultés, dont il fixa le nombre à vingt-sept, et il localisa sur le crâne la place des vingt-sept régions correspondant à ces facultés.

Gall a établi la liste suivante de nos facultés, en les distinguant en deux groupes : celles qui sont communes à l'homme et aux animaux, et celles qui sont propres à notre espèce.

Facultés communes à l'homme et aux animaux. — Amour physique. — Amour de la progéniture. — Ruse. — Penchant au vol. — Orgueil, fierté. — Vanité, ambition. — Circonspection. — Éducabilité. — Instinct des localités. — Mémoire des personnes. — Mémoire des mots. — Faculté du langage articulé. — Sens du rapport des sons. — Sens du rapport des nombres. — Instinct de la mécanique.

Facultés propres à l'homme. — Sagacité comparative. — Esprit métaphysique. — Esprit de saillie et de répartie. — Talent poétique. — Bonté. — Imitation. — Fermeté. — Instinct religieux.

Spurzheim perfectionna le système de Gall, mais il étendit trop le nombre des facultés qui avaient été admises par le fondateur de la doctrine.

La figure 93 représente, sur une tête humaine, la localisation de nos facultés, d'après Spurzheim. Les facultés indiquées sur cette figure par des numéros correspondants sont les suivantes :

1 *Amativité*, Amour physique. — 2 *Philogéniture*, Attachement pour les enfants. — 3 *Concentrativité*, Amour pour sa demeure, pour sa patrie. — 4 *Affectionnivité*, Amitié, attachement. — 5 *Combativité*, Disposition à la rixe, etc. — 6 *Destructivité*, Penchant à la cruauté. — 7 *Secrétivité*, Ruse, finesse, etc. — 8 *Acquisivité*, Penchant à acquérir. — 9 *Constructivité*, Sens de la méca-

nique. — 10 *Estime de soi*, Orgueil. — 11 *Approbativité*, Amour de l'approbation. — 12 *Circonspection*, Prudence. — 13 *Bienveillance*, Bonté. — 14 *Vénération*, Respect. — 15 *Fermeté*, Caractère. — 16 *Consciencioslté*, Justice. — 17 *Espérance*, Illusion. — 18 *Merveillosité*, Goût du surnaturel. — 19 *Idéalité*, Sens poétique. — 20 *Gaieté*, Esprit de saillie. — 21 *Imitation*, Goût du théâtre. — 22 *Individualité*, Sens des faits. — 23 *Configuration*, Formes. — 24 *Étendue*, Sentiment de perspective. — 25 *Pesanteur*, Senti-

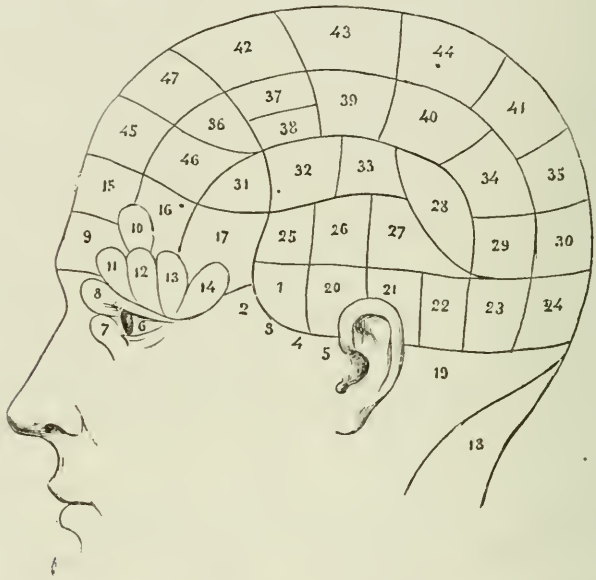


Fig. 93. Tête phrénologique représentant la localisation des facultés, d'après Spurzheim.

ment de la résistance. — 26 *Coloris*, Sens de la peinture. — 27 *Localité*, ou sentiment de l'espace. — 28 *Calcul*, ou Nombre. — 29 *Ordre*, ou Arrangement. — 30 *Éventualité*, ou Don des conjectures. — 31 *Temps*, ou Durée. — 32 *Ton*, ou Mélodie. — 33 *Langage*, ou Mémoire des mots. — 34 *Comparaison*. — 35 *Causalité*, Esprit philosophique.

Nous ne voudrions pas trop prendre en main la cause de la crâniologie, après les arguments, vraiment topiques, qui ont été

formulés contre elle en France ; mais nous ne serions pas éloigné de l'admettre à titre empirique, c'est-à-dire comme résultant d'observations faites par des expérimentateurs sincères et éclairés, observations que l'on peut admettre, en attendant que la science en trouve l'explication. L'empirisme exclut la discussion scientifique et prescrit de s'en tenir aux faits constatés. Or nous avons connu, en 1858, un des plus grands phrénologistes du siècle, Don Mariano Cubi i Soler, auteur d'un ouvrage espagnol, dont la traduction française, *Leçons de phrénologie scientifique et pratique*, fut publiée à Paris, en 1857 (1).

Il est impossible de n'être pas frappé de la quantité immense de *diagnostics* énumérés par Cubi i Soler dans son curieux ouvrage. Quand on voit l'auteur parcourir l'Europe, reconnaissant, à la seule inspection du crâne, les crimes, les qualités, les vertus, et ne se trompant presque jamais ; quand on lit les procès-verbaux attestant les résultats des visites du phrénologiste espagnol dans les prisons, les assemblées publiques, les cercles littéraires, les Académies, etc., on comprend que la crâniologie ne soit pas traitée dans tous les pays avec le mépris qu'on lui montre en France, et l'on se dit qu'il y a là un principe, incertain peut-être dans ses applications et ses développements, mais vrai comme point de départ, et qui mérite, par conséquent, d'être traité avec quelque respect.

La figure 94 représente la *tête phrénologique* proposée par Cubi i Soler, et qui sert de texte aux développements de son ouvrage.

Le tableau suivant indique les facultés répondant aux proéminences crâniennes signalées sur cette tête par des chiffres :

1 Sentiment du tact. — 2 Sentiment de la vision. — 3 Sentiment de l'audition. — 4 Sentiment du goût. — 5 Sentiment de l'olfaction. — 6 Sentiment du langage. — 7 Sentiment de la forme — 8 Esprit de méditation. — 9 Esprit d'individualité. — 10 Sentiment de localité. — 11 Sentiment de la pesanteur. — 12 Sentiment du coloris. — 13 Ordre. — 14 Comparaison. — 15 Amour du mouvement. — 16 Sentiment de la durée. — 17 Sentiment de la musique. — 18 Amour filial. — 19 Esprit de conservation. — 20 Gourmandise — 21 Esprit de destruc-

1. *Leçons de phrénologie scientifique et pratique, complétée par de nouvelles et importantes découvertes psychologiques et nervo-électriques, traduction de l'espagnol* de Don Mariano Cubi i Soler, 2 vol. in-8°, avec gravures. Paris, chez J. B. Baillière.

tion. — 22 Penchant à la dispute, au combat. — 23 Amour conjugal. — 24 Sentiment de l'amitié. — 25 Amour de la construction. — 26 Désir d'acquérir. — 27 Discrétion. — 28 Précaution. — 29 Amour de la résidence. — 30 Amour du chez-soi. — 31 Esprit de saillie. — 32 Pouvoir de s'améliorer. — 33 Sens du sublime. — 34 Esprit d'approbation. — 35 Esprit de concentration. — 36, 37 Sentiment de la mimique et de l'imitation. — 38 Amour de la réalité. — 39 Faculté de la pratique. —

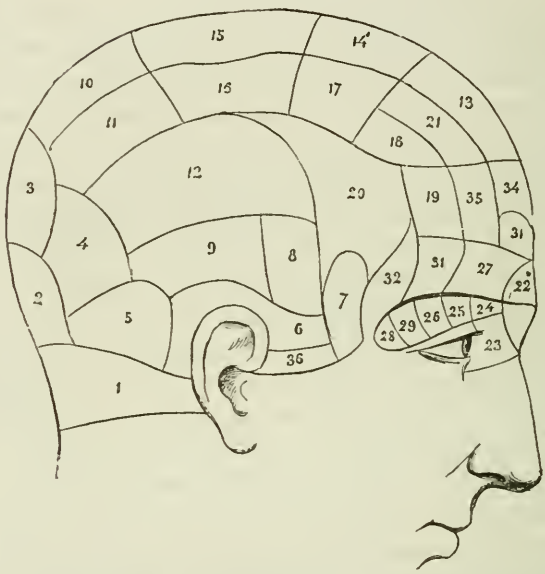


Fig. 94. Tête phrénologique représentant la localisation des facultés, d'après Cubi i Soler.

40 Esprit de rectitude. — 41 Sentiment de la supériorité. — 42 Bienveillance. — 43 Sentiment de l'infériorité. — 44 Esprit de suite. — 45 Esprit de comparaison. — 46 Sens philosophique. — 47 Esprit de déduction.

Enfin, comme objet de curiosité historique, et non, bien entendu, à titre de document scientifique, nous mettrons sous les yeux du lecteur un dessin (fig. 95), depuis longtemps populaire en Angleterre et en Amérique, qui représente les penchants, les vices, les capacités, les affections, etc., traduits sur une tête par autant de petits tableaux symboliques.

Voici la légende de ce dessin :

1 *Philogéniture* ou *Penchant à l'amour*, *Amativité*, comme disait Spurzheim. — 2 *Amour filial*. — 3 *Amitié*. — 4 *Amour de la patrie* — A *Amour conjugal*, symbolisé par la cérémonie religieuse. — 5 Organes du sens de l'art et de l'application. — 6 *Penchant à la lutte*. — 7 *Penchant au meurtre*. — 9 *Avarice*. — 10 *Penchant à la ruse*. — 11 *Penchant à la rapine*, représenté par un oiseau de proie. — 12 *Courtoisie*. — 13 *Orgueil*, représenté par un paon qui étale sa queue. — 14 *Obstination* et *Fermeté*. —

Fig. 95. Tête phrénologique illustrée.

15 *Sentiment de la Justice*, et au-dessous, B, le sentiment de ce qui est grand, de ce qui est élevé, représenté symboliquement par une partie de la chute du Niagara.

Toutes ces *bosses*, comme dit le profane, — dont nous faisons partie, — sont placées à la partie postérieure de la tête. Passons à celles de la partie antérieure.

Nous trouverons ici les sentiments plus nobles. Le n° 18 répond à la *dévotion*, au *respect*, à la *vénération*, représentés par la

prière. Les nos 16 et 17 signalent l'*espérance* et la *foi*. Au-dessous (21) le *sentiment de l'idéal*, puis, en descendant (20), le sentiment des arts techniques et celui de la mécanique.

A l'extrémité supérieure de la tête signalons d'abord, en haut du front, la *bienveillance* (19); en dessous, l'*imitation* (22), puis la *gaieté* (23); en descendant encore, le *sentiment du temps* (33), et près de ce dernier le *sentiment de la musique* (34).

A la courbure du front, on voit un C placé entre deux hommes, ce qui signifie la *compréhension*, la faculté de saisir les principes.

Au no 36, on voit Newton assis sous le célèbre pommier et réfléchissant sur la cause de la chute d'une pomme : c'est la bosse de la *causalité*. A la partie antérieure du front (37) est un chimiste, ce qui nous indique le *sens de la comparaison*. La *mémoire des faits* (32) est caractérisée par un livre, et près de ce dernier (31) est le *sens de la localité*. Plus loin, nous voyons le *sens de l'observation* (24), de la *dimension* (26), de l'*équilibre* (27); derrière l'œil, le *coloris* (28), puis l'*ordre* (29), et sous le no 30 à l'endroit privé de symbole, le *calcul*. En avant de l'œil, le chiffre 25 indique le *sentiment de la forme*. Enfin le no 8, placé en avant de l'oreille, signale le *penchant à la gourmandise effrénée*. Nous avons gardé cette bosse pour la dernière, pour la bonne bouche.

C'est, dit-on, d'après les travaux des anatomistes allemands Carus et Hagen, qui ont essayé, après Spurzheim, de faire admettre comme vraie l'idée de la crâniologie, qu'a été tracé ce curieux dessin, d'où, comme on vient de le voir, la fantaisie coule à pleins bords.

LES NERFS CRANIENS.

Ce que nous venons d'étudier dans l'encéphale, c'est son *action centrale*. On peut appeler ainsi la conscience que nous avons de notre pensée, de notre volonté, de notre liberté morale. Mais il y a une autre action dans l'encéphale : c'est celle que les physiologistes ont appelée, par un emprunt heureux aux effets des forces physiques, l'*action centripète*. L'encéphale est le siège et l'instrument de l'*action nerveuse centrale*, et pour cela il se suffit à lui-même. Il n'a besoin que de ses propres éléments pour sentir,

concevoir, délibérer, vouloir. Mais pour que les idées puissent prendre naissance, il faut que le cerveau ait reçu les impressions de l'extérieur, il faut qu'il puisse avoir connaissance du monde qui l'entoure. C'est par l'*action centripète* qu'il reçoit les impressions du monde extérieur, que le *moi* a la perception du *non-moi*.

Quels sont les organes qui transmettent au cerveau, lequel doit les communiquer à l'âme, les sensations du dehors? Ce sont les *nerfs*, c'est-à-dire les filets de tissu nerveux qui, partant de la masse encéphalique, vont se distribuer aux organes des sens, aux glandes et à la peau. Les nerfs conduisent à l'encéphale cette impression extérieure que nous avons appelée *centripète*.

Nous sommes ainsi conduit à étudier les *nerfs* qui partent de l'encéphale, c'est-à-dire les *nerfs crâniens*.

Douze troncs nerveux, en d'autres termes, douze paires de nerfs, partent de la base du cerveau, traversent la boîte osseuse du crâne, et se dirigent vers la tête ou vers le cou. Quelques-uns de ces nerfs se distribuent aux organes des sens, pour transmettre à l'encéphale et à l'âme les sensations de la vue, de l'ouïe, du goût et de l'odorat.

Nous allons énumérer les douze *nerfs cérébraux*, ou *crâniens*, en rappelant qu'un pareil nerf existant symétriquement de chaque côté du corps, on peut dire indifféremment une *paire de nerfs crâniens* ou un *nerf crânien*.

Le *nerf olfactif*, qui sert aux sensations de l'odorat, se distribue à la membrane muqueuse qui tapisse les fosses nasales. Quand ce nerf manque, ou est affecté de maladie, la sensation de l'olfaction disparaît.

Le *nerf optique* est le deuxième nerf crânien. Il pénètre dans le globe de l'œil et s'y termine en s'épanouissant en une membrane nerveuse, que l'on nomme la *rétine*. C'est le nerf de la vue. S'il est paralysé, l'individu perd la vue. On appelle *goutte sereine*, ou *amaurose*, la paralysie du nerf optique ou la paralysie de la rétine qui amène la perte de la vision, sans autre altération particulière dans les organes visuels. Si le nerf optique est malade, ou reçoit une nutrition défectueuse, la vue est affaiblie. Quand on irrite ou froisse le nerf optique, en pressant le globe de l'œil, on détermine des jeux et des apparitions anormales de lumière et de couleur.

Les *nerfs moteurs oculaires communs*, les *nerfs pathétiques*, ou *nerfs du muscle rotateur de l'œil*, et les *nerfs moteurs oculaires externes*, sont les troisième, quatrième et sixième paires de nerfs cérébraux. Ils président aux mouvements du globe de l'œil. Si l'action de ces nerfs est troublée, on a le *strabisme :* les yeux louchent, par suite du défaut d'harmonie dans les mouvements du globe oculaire.

Le cinquième nerf crânien est le *nerf trijumeau*, qui se compose de fibres motrices et de fibres sensibles. Les fibres sensibles de ce nerf président à la sensibilité de presque tous les organes de la tête ; sa partie motrice régit tous les muscles de la mastication. Les douleurs névralgiques de la face et de la tête, les maux de dents, les sensations douloureuses de l'œil et de l'oreille, proviennent du nerf trijumeau.

Le *nerf facial*, le septième nerf crânien, s'irradie de l'oreille. Il se distribue dans les muscles de la face et occasionne les mouvements physionomiques. Il produit la contraction des muscles du visage. Le nerf facial est souvent le siège d'altérations excessivement douloureuses, que l'on nomme *névralgies faciales*, et qu'il est extrêmement difficile de guérir et même de soulager.

Le *nerf acoustique*, le huitième nerf cérébral, transmet à l'encéphale les sensations de l'ouïe. Ses rameaux se distribuent à l'oreille interne. Si l'on irrite ce nerf, on provoque des impressions anormales de bruits, de sons, de bourdonnements, de tintements, de bruissements d'oreilles.

Le *nerf glosso-pharygien*, ainsi nommé parce que l'une de ses branches se distribue à la langue et l'autre à la partie supérieure du pharynx, est le neuvième nerf cérébral.

Le plus important des nerfs crâniens est le *pneumo-gastrique*, qui se ramifie dans un nombre considérable de régions du corps, en particulier au conduit auditif externe, au pharynx, au larynx, à l'œsophage, à l'estomac et au cœur.

Le onzième nerf crânien, le nerf *grand hypoglosse*, préside aux mouvements de la langue. Sa paralysie entraîne le bégaiement.

Si l'on ajoute à ces 11 paires de nerfs le *nerf spinal*, ou *nerf accessoire de Willis*, on a les 12 paires de nerfs crâniens.

Parmi les nerfs crâniens, les uns sont doués d'une sensibilité spéciale, comme les nerfs auditif, olfactif et optique, les autres sont affectés à la sensibilité générale. Quelques-uns servent à la

fois à la sensibilité et au mouvement. Nous renvoyons au moment où nous nous occuperons des nerfs de la moelle épinière, l'explication générale de ce fait qu'un même nerf peut servir à la fois à la sensibilité et au mouvement.

Nous nous arrêterons seulement, en raison de son importance particulière, sur le dixième nerf crânien, le *pneumo-gastrique*.

L'encéphale étant le siège du *moi*, étant doué de la faculté de sentir, de vouloir, pouvant recevoir les impressions des sens et transmettre des ordres et des mouvements, serait déjà un organe de la plus haute importance. Mais son empire s'étend plus loin encore, et c'est le nerf *pneumo-gastrique* qui accroît sa puissance. Le nerf pneumo-gastrique exerce une action directe sur la digestion et l'absorption, sur les mouvements du cœur et sur la phonation. Nous avons signalé, en étudiant la digestion, l'influence qu'exerce le nerf pneumo-gastrique sur la digestion des aliments et sur l'absorption des produits de la digestion stomacale et intestinale. Nous avons dit, à ce propos, que le nerf pneumo-gastrique tient sous sa dépendance les mouvements du cœur et ceux de la phonation. Coupez le nerf pneumo-gastrique, et vous abolirez ces quatre fonctions. Et comme le nerf pneumo-gastrique vient de l'encéphale, on voit comment s'augmente ainsi l'importance de l'encéphale, comme régisseur général des phénomènes de la vie.

Ajoutons que l'encéphale tient sous sa dépendance tous les autres systèmes nerveux secondaires, et que, par conséquent, il régit toutes les fonctions qui dépendent de ces systèmes nerveux.

Nous avons dit, en parlant du tissu nerveux en général, que le sang est indispensable à l'accomplissement des fonctions du système nerveux. Si, par une circonstance quelconque, ce fluide n'arrive à l'encéphale qu'en quantité insuffisante, il survient une *syncope*, c'est-à-dire la suppression totale des forces vitales.

La position horizontale est le meilleur moyen de combattre la syncope, parce que l'on appelle ainsi vers la tête le sang resté disponible dans les voies circulatoires. Si elle se prolonge, la syncope amène la mort, dont elle présente d'ailleurs l'image. La syncope arrive à la suite des grandes hémorrhagies, quelle que soit leur cause.

Si, au contraire, le sang afflue au cerveau trop violemment,

en trop grande abondance, cet organe se remplit de sang, *se congestionne*. Alors les vaisseaux, trop distendus, sont exposés à se rompre, et il peut arriver un épanchement de sang, par suite de la rupture d'une veine ou d'une artère. C'est ce que l'on nomme l'*apoplexie pulmonaire*, quand l'épanchement sanguin se fait dans le poumon. Si l'épanchement se fait dans le cerveau, il y a *apoplexie cérébrale*.

La suite de l'apoplexie cérébrale est la *paralysie*, c'est-à-dire l'anéantissement de la sensibilité et du mouvement dans les membres auxquels se distribuent les nerfs qui partent de l'encéphale. Par suite de la présence de caillots de sang au milieu de la masse encéphalique, le tissu nerveux subit un ramollissement, partiel ou général, dont les conséquences sont presque toujours mortelles, à une échéance, plus ou moins éloignée.

C'est parce qu'il est le point de réunion de toutes les impressions extérieures transmises par les nerfs crâniens, en même temps qu'il tire de lui-même la puissance de comparer les idées qu'il a conçues, que l'encéphale est le multiple et admirable instrument de nos connaissances intellectuelles, de nos sensations et de nos sentiments. Locke, Condillac, et l'école de ces deux grands philosophes, raisonnaient donc parfaitement quand ils disaient que les sources de nos connaissances sont au dehors, et que rien n'existe dans notre intelligence qui ne nous ait été d'abord apporté par les sens : *Nihil est in intellectu quod non prius fuerit in sensu.*

Qu'elles lui viennent du dehors par les sens, ou qu'elles aient leur source en lui-même, l'encéphale est le centre de toutes les sensations. Il a le privilège de la sensibilité, c'est-à-dire de la faculté de ressentir le plaisir et la douleur, d'éprouver les besoins, les désirs et les satisfactions de ces besoins et de ces désirs. Il est le point de départ de nos mouvements, l'organe de la détermination, de la volonté, de la conscience, de la liberté individuelle. Il est le siège des facultés intellectuelles, des sentiments et des instincts physiques et moraux.

Mais, pour que les sensations soient complètes, il faut que le cerveau se les assimile par la *perception* et par l'*attention*. Une fois perçue et fixée, la sensation devient une *idée*, et la comparaison des idées produit la *déduction*, la *conclusion logique*, c'est-à-dire le *jugement*, le *savoir*.

Pour comparer les idées entre elles, et pour en tirer des raisonnements, il faut avoir la connaissance toujours présente de ces idées. La faculté qui, pour ainsi dire, retient devant notre âme ces idées toujours présentes, pour les rapprocher, les combiner, les comparer, c'est la *mémoire*, faculté précieuse entre toutes. Les sens nous instruisent et nous renseignent sur les réalités du monde extérieur, l'intelligence apprécie les sensations venues du dehors ; puis, s'élevant de la réalité à l'idéal, de l'abstrait au concret, du présent à l'avenir, cette même intelligence nous donne la faculté de l'abstraction, c'est-à-dire nous met en possession de la *science*. L'intelligence ne serait donc rien sans la *mémoire*, qui lui permet d'inscrire, comme sur un registre toujours ouvert, et de conserver sans cesse, les données et les faits, pour les juger et les comparer, qui lui permet, en outre, d'exprimer sa pensée par le langage, et par le langage d'échanger ses idées avec ses frères de la grande famille humaine. Ôtez-lui la mémoire, et l'homme ne comprendrait ni l'amitié, ni la prudence, ni l'affection, ni la famille. Le passé n'existerait pas pour lui ; l'existence entière se réduirait au moment présent. N'obéissant qu'aux instincts les plus bas, sans expérience, sans connaissance, sans le moindre savoir, il marcherait en trébuchant sans cesse dans le chemin de la vie. Il irait comme une machine, et ne tarderait pas à se briser à tous les obstacles de la route accidentée qu'il est forcé de parcourir.

La mémoire est donc le lien indispensable de toutes nos facultés. Aussi puissante pour grouper ensemble toutes les notions antérieurement acquises que pour nous représenter les plus petits détails d'une impression isolée, elle fait revivre en nous un fait particulier ou toute une vie, un imperceptible objet, un insecte, une feuille, un fétu, ou toutes les annales de l'histoire. Elle ressuscite pour nous les êtres que nous avons perdus, et nous permet d'aimer encore par la pensée ceux que nous ne voyons plus de nos yeux. La mémoire est donc la faculté à laquelle l'homme doit à la fois sa puissance intellectuelle et ses sentiments les plus délicats.

Une simple sensation suffit souvent pour éveiller notre mémoire, pour nous reporter à l'époque où nous avons éprouvé cette sensation, et faire reparaître les impressions qu'elle produisait dans notre âme. Le nègre arraché au sol africain pleure à la vue d'un palmier qui lui rappelle son pays. Des larmes cou-

laient des yeux de J. J. Rousseau, lorsque, au fond de sa rue Plâtrière, à Paris, il voyait une pervenche, qui lui rappelait les paysages alpestres: et le *ranz des vaches* provoquait une nostalgie mortelle chez beaucoup de jeunes Suisses, alors que les citoyens de ce pays s'engageaient dans les troupes étrangères.

Le duc de Marlborough (John Churchill), célèbre en Angleterre, à la fin du XVIIe siècle, du temps de la reine Anne, par le nombre et la continuité de ses victoires, était tombé en enfance pendant les dernières années de sa vie, et il passait son temps à jouer avec ses pages. Mais la mémoire lui revenait quelquefois. Un jour, il passa, dans une galerie, devant un de ses portraits, qui le représentait en grand costume de bataille. Tout aussitôt, la vue de ce tableau lui rendant la mémoire, il fondit en larmes, et comme dit le prince de Ligne, qui rapporte ce fait dans ses *Mémoires*, « il arrosa de pleurs ses mains qu'il porta à son visage » (fig. 96).

Mais, pour que l'encéphale reçoive des sensations et pour qu'il en tire les services intellectuels et moraux que nous venons d'énumérer, il faut que son intégrité soit complète. Abstraction faite de l'âme, du *quid divinum*, dont la présence réelle doit toujours être sous-entendue dans le tableau rapide que nous traçons des opérations intellectuelles et morales de l'homme, et sans laquelle rien de toutes ces opérations ne pourrait exister, il faut que les hémisphères cérébraux (particulièrement les lobes antérieurs, dans lesquels siègent les facultés intellectuelles), aient tout leur développement et leur tissu bien intact. Ainsi que nous l'avons dit en traitant des fonctions du cerveau, les facultés intellectuelles sont d'autant plus développées que les hémisphères cérébraux sont plus volumineux et leur proportion plus harmonieuse.

Le nombre et la profondeur des circonvolutions cérébrales paraissent également devoir entrer ici en ligne de compte. Au-dessous d'un certain volume du cerveau, l'homme n'est qu'un idiot. La proéminence des parties antérieure et supérieure de la tête, avec un grand angle facial, a toujours été considérée comme le signe de l'intelligence et de la beauté physique.

Que la masse cérébrale soit enfermée dans une boîte osseuse déprimée, rétrécie, avec le front rejeté en arrière, comme celui des animaux : que le tissu nerveux, rare dans la partie antérieure

Fig. 96. Les souvenirs du duc de Marlborough.

de la tête, soit repoussé, aggloméré dans la partie postérieure, et l'âme la mieux façonnée par la nature ne pourra tirer de cet ingrat organisme que de déplorables facultés. Un cerveau bien fait, bien développé, au tissu nerveux bien réparti, fait l'homme supérieur; car toute sensation, qu'elle nous vienne de l'extérieur par les sens, ou qu'elle ait sa source dans le cerveau lui-même, ne pourra donner lieu à des idées, à de la volonté, à de la mémoire, à des déductions, à des raisonnements, pas plus qu'à des sentiments moraux, ni à une sensibilité élevée, si l'organe qui doit coordonner toutes ces sensations est mal conformé ou d'une structure imparfaite.

Nous disons que derrière l'organisme cérébral il y a toujours l'âme, le sens intime. Ne perdons pas de vue ce grand principe, bien qu'il se trouve bien des fois forcément voilé dans le cours de notre exposition. Nous ne pouvons assurément dire en quoi l'âme consiste, ni comment elle préside aux fonctions de l'intelligence, du moral et de la sensibilité; mais connaissons-nous davantage l'essence des autres forces de la nature? Savons-nous pourquoi les corps tombent à la surface de la terre, et pourquoi les astres gravitent autour du soleil? En quoi consiste l'électricité? Quelle est la nature et la cause du transport instantané du courant électrique? Qu'est-ce que la lumière, et qui nous dira jamais la nature de cet agent physique, condition première de la vie? Qu'est-ce que le germe végétal et animal? Quel est l'insondable mystère qui se passe pendant l'évolution et le développement du germe dans l'ovaire des plantes ou dans l'œuf des animaux? Pourquoi l'herbe pousse-t-elle? Pourquoi l'arbre croît-il, et pourquoi, mystère tout aussi grand, l'arbre ne croît-il que jusqu'à une certaine hauteur? Pourquoi ne s'allonge-t-il pas indéfiniment? Nous sommes, pauvres habitants de la terre, environnés d'ombres et de ténèbres, que notre esprit est impuissant à dissiper. Nous nous heurtons à chaque pas à d'insolubles problèmes. Ne soyons donc pas étonnés de ne pouvoir expliquer en quoi consiste l'âme, de ne pouvoir dire comment, substance immatérielle intangible, elle est pourtant impressionnée par des corps matériels, et pourquoi elle a besoin d'un instrument intermédiaire entre elle et le dehors pour éprouver des sensations. La raison nous oblige à admettre l'existence de l'âme, mais elle est impuissante à nous en dévoiler la secrète essence. La foi la fait remonter à l'auteur suprême, à Dieu.

Inclinons-nous donc devant la majesté de ces mystères, en prononçant le nom du Créateur des mondes !

Et si quelque logicien obstiné, poussant aux dernières limites la fureur du raisonnement, vous déclare qu'il est impossible de dire scientifiquement ce que c'est qu'une substance immatérielle, et, par conséquent, de savoir en quoi consiste l'âme, répondez, ami lecteur, qu'en présence de deux doctrines aussi difficiles à justifier scientifiquement l'une que l'autre, vous vous rattachez. comme d'instinct, à celle qui offre au cœur le plus de consolations, de poésie et d'espérances, à celle qui donne à l'existence de l'homme un but : sa propre perfection et la reconnaissance envers Dieu. Répondez que vous n'hésitez pas à embrasser le système qui réserve, dans un monde meilleur, une punition au crime et une récompense à la vertu; et que vous êtes heureux de professer une philosophie qui a été le partage des plus grands génies de l'humanité, dans les temps anciens comme dans les temps modernes, depuis Pythagore, Hippocrate, Socrate, Théophraste et Platon, jusqu'à Keppler, Pascal, Newton, Harvey, Hailer, Cuvier et Le Verrier.

VII

QUELS SONT

LES ORGANES DE LA SENSIBILITÉ?

La moelle épinière et les nerfs qui en dépendent. — Le canal vertébral. — Les enveloppes de la moelle épinière : *dure-mère*, *arachnoïde* et *pie-mère*. — Le liquide rachidien. — Le sillon médian de la moelle épinière.— Énumération des 8 paires de nerfs cervicaux, des 12 paires de nerfs dorsaux, des 5 paires de nerfs abdominaux et des 5 paires de nerfs coxygiens. — Les plexus. — Distinction des nerfs de la moelle épinière, sous le rapport de leurs fonctions physiologiques, en nerfs sensibles et en nerfs moteurs. — A l'origine des nerfs, les deux fibres sensibles et motrices sont séparées ; elles se réunissent, après un court trajet, pour constituer le nerf mixte. Arrivées à son point de terminaison, les fibres sensibles et motrices se séparent de nouveau. — Il y a dans les nerfs un courant *centripète* et un courant *centrifuge*. — Exemple de ces mouvements et des fibres conductrices de la volonté ou de la sensibilité. — Histoire de la découverte des fonctions différentes des racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens. — Boerhaave, au XVIIe siècle, de Lamark au XVIIIe siècle, développent cette idée. — Le chirurgien anglais Ch. Bell, en 1811, démontre, par l'expérience, la différence des fonctions des racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens. — Magendie et Charles Bell. — Un physiologiste qui brûle ce qu'il avait adoré, et adore ce qu'il avait brûlé. — Flourens et Longet en France, Müller et Valentin en Allemagne, répètent les expériences de Charles Bell et de Magendie. — Expérience fondamentale qui sert aujourd'hui à démontrer le double rôle sensitif et moteur des racines nerveuses qui sortent de la moelle épinière. — Les nerfs crâniens ne font pas exception à la loi de la distinction entre les racines sensibles et les racines motrices des nerfs.

Le système du grand sympathique. — Le nerf grand sympathique préside aux fonctions inconscientes qui s'accomplissent dans la poitrine et l'abdomen et qui ont pour objet la nutrition. — Description du nerf grand sympathique et de ses plexus. — Tandis que le système nerveux cérébro-spinal anime les organes qui sont le siége de la vie extérieure et du mouvement volontaire, le système du nerf grand sympathique règle le développement et la conservation du corps. — Erreur de Bichat sur le prétendu isolement du nerf grand sympathique. — Il existe des relations anatomiques très-évidentes entre le système du nerf grand sympathique et le système nerveux cérébro-spinal. — L'unité du système nerveux n'est pas un vain mot.

— Ce que c'est qu'une *action réflexe*. — L'action réflexe est la conséquence des relations qui existent entre le système du grand sympathique et le système nerveux cérébro-spinal. — Exemples divers d'action réflexe. — Une femme qui éternue 52 000 fois. — Dans les maladies, la puissance du nerf grand sympathique est particulièrement exaltée. — La nature médicatrice. — Dans l'état de maladie, les impressions du système nerveux ganglionnaire sont assez fortes pour se transmettre au cerveau. — Le sang et les nerfs; influence mutuelle réciproque de l'innervation et de la circulation. — Comment et à quelle époque a commencé ce cercle d'antagonismes? — Le grand architecte du corps humain.

Après avoir étudié la partie du système nerveux qui comprend *l'encéphale et les nerfs qui en dépendent*, il nous reste à étudier le second groupe que nous avons distingué dans l'ensemble de ce système.

LA MOELLE ÉPINIÈRE ET LES NERFS QUI EN DÉPENDENT.

La *moelle épinière*, ainsi nommée par un rapprochement inexact, autant que grossier, avec la *moelle* qui remplit l'intérieur des os longs, est une dépendance du cerveau, avec lequel elle est en rapport de continuité. Son importance est presque égale à celle du cerveau lui-même. C'est une vassale, mais l'intégrité de sa puissance est nécessaire à l'exercice des pouvoirs du suzerain. Elle est chargée de transmettre au cerveau les impressions de la sensibilité des parties du corps afférentes au tronc et aux membres, et elle préside en partie aux mouvements volontaires. La moelle épinière régit, en outre, par ce que l'on nomme les *actions réflexes*, la sensibilité et les mouvements des viscères qui remplissent la poitrine et l'abdomen, organes soustraits à l'empire de la volonté, et dans lesquels s'exécutent les fonctions de la digestion, de la circulation, de la respiration, de l'absorption, de la nutrition, les sécrétions, etc. Aussi la nature a-t-elle pris, pour protéger la moelle épinière, autant de précautions que pour défendre le cerveau lui-même. La triple membrane qui environne l'encéphale se prolonge autour de la moelle, et lui fait une triple ceinture, composée, comme les méninges du cerveau, de la *dure-mère* de l'*arachnoïde* et de la *pie-mère*. On peut dire de la moelle épinière, comme de l'encéphale, ce que disait Horace du premier navigateur : *Illi robur et æs triplex*.

L'*arachnoïde* du canal vertébral sécrète, comme l'arachnoïde de l'encéphale, un liquide, le *liquide rachidien*, qui forme autour de la moelle un milieu destiné à préserver la substance nerveuse de tout choc extérieur et à empêcher les frottements. Aussi rien n'est-il plus rare qu'une blessure de la moelle épinière.

Le tissu nerveux qui, renfermé dans le canal vertébral, constitue la moelle épinière, a, comme on le voit par la coupe que représente la figure 97, la forme d'une tige cylindrique, légèrement aplatie.

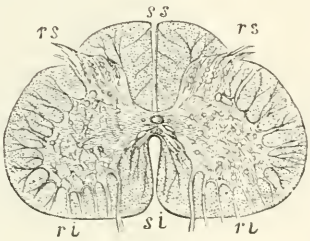


Fig. 97.
Coupe de la moelle épinière.
ss. Sillon postérieur. — *si.* Sillon antérieur. — *rs.* Racines postérieures des nerfs. — *ri.* Racines antérieures.

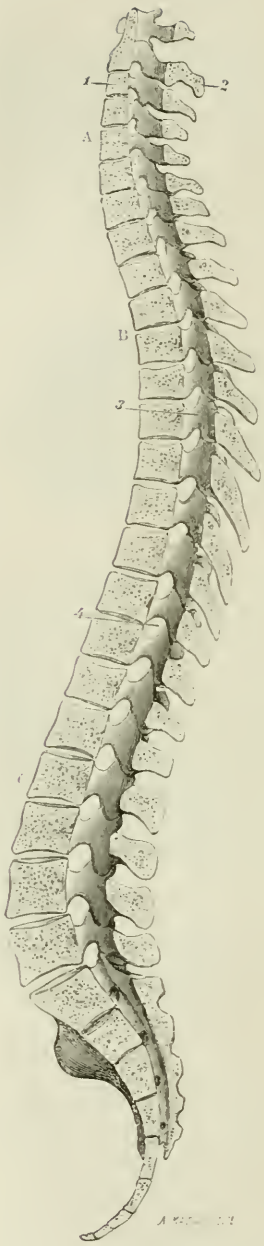
La moelle épinière est contenue dans le canal vertébral, lequel résulte, comme le montre la figure 98 de la réunion des vertèbres, qui laissent entre elles un conduit longitudinal.

La moelle épinière se relie, dans sa partie supérieure, au cervelet, sous le nom de *moelle allongée*, laquelle est enveloppée de la *protubérance annulaire*, ou *pont de Varole*, et présente en dessous le renflement nommé *bulbe rachidien*. Elle présente en bas, c'est-à-dire au niveau de la deuxième vertèbre lombaire, un renflement, qui forme, avec les nerfs inférieurs de la moelle, l'épanouissement nerveux que l'on nomme la *queue de cheval;* puis elle se termine en pointe à son extrémité.

La moelle est parcourue, du haut en bas, par un sillon assez profond, qu'on appelle *sillon médian*, qui va depuis l'occiput, ou base du cerveau, jusqu'à la deuxième vertèbre lombaire. Il y a donc le *sillon médian antérieur* et le *sillon médian postérieur de la moelle épinière*.

Tout le long de la moelle épinière, on voit sortir, par autant de trous qui traversent le canal vertébral, et de chaque côté du sillon médian, les racines des nerfs qui vont se distribuer aux membres ou aux viscères de la poitrine et de l'abdomen.

La sortie des nerfs rachidiens se fait par la partie antérieure et par la partie postérieure de la moelle. A cet effet, des fibres nerveuses dont la réunion forme les *racines antérieures* et les *racines postérieures* des 31 paires de nerfs de la moelle épinière, sortent de chaque côté du sillon médian.



La figure 99, qui fait voir la moelle épinière extraite du canal vertébral, met en évidence les racines des nerfs rachidiens.

Nous dirons plus loin, avec tous les détails nécessaires, que les racines antérieures des nerfs rachidiens sont destinées au mouvement, et que les racines postérieures, plus fortes, servent à la sensibilité.

On compte 31 paires de nerfs rachidiens, qui vont animer le tronc et les membres. Suivant la région de la moelle épinière d'où ils émergent, on distingue ces nerfs sous les noms de *nerfs cervicaux*, *dorsaux*, *lombaires* et *coxygiens*.

Nous représentons sur la figure 100 les nerfs rachidiens (*cervicaux*, *dorsaux*, *lombaires* et *coxygiens*).

Les *nerfs cervicaux*, sont au nombre de

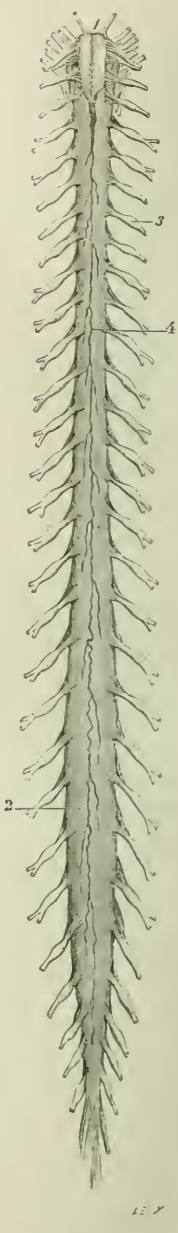


Fig. 98. Coupe verticale du canal cérébral.

1. Coupe du corps des vertèbres cervicales. — 2. Apohyses épineuses des vertèbres cervicales. — 3 et 4. Canal vertébral. — A. Les 7 vertèbres cervicales. — B. Les 12 vertèbres dorsales. — C. Les 5 vertèbres lombaires.

Fig. 99. Moelle épinière extraite du canal vertébral.

1. Bulbe rachidien. — 2. Centre de la *queue de cheval*. — 3. Racines des nerfs spinaux. — 4. Faisceaux spinaux antérieurs.

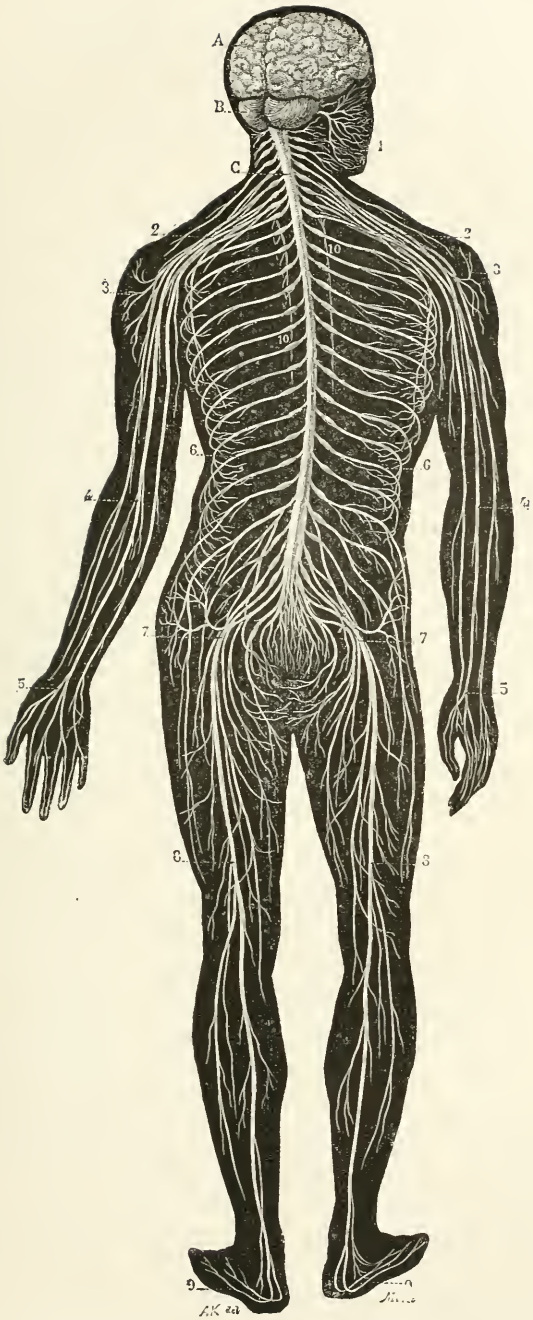


Fig. 100. Ensemble du système nerveux central et périphérique (nerfs rachidiens et crâniens).

A. Cerveau. — B. Cervelet. — C. Moelle épinière. — 1. Nerfs de la face. — 2, 2. Plexus brachial.— 3, 3. Nerf axillaire. — 4. 4. Nerf médian.— 5, 5. Nerf palmaire.— 6, 6. Rameaux spinaux. — 7, 7. Nerf crural — 8, 8. Nerf sciatique. — 9, 9. Nerf plantaire interne. — 10, 10. Nerfs rachidiens.

huit. Ils sortent du canal vertébral, au niveau des vertèbres cervicales, et vont se répandre dans les régions du cou, de la nuque, de l'oreille, de l'occiput, de l'épaule et du bras.

Les quatre premiers nerfs cervicaux forment, en se réunissant, une sorte de réseau, qu'on nomme le *plexus cervical*. Les quatre nerfs cervicaux inférieurs forment, en se réunissant, le *plexus brachial*, et de ce plexus émane un tronc nerveux qui descend dans le creux de l'aisselle, puis s'étend le long du membre supérieur et continue son trajet jusqu'aux extrémités des doigts, en fournissant à ces diverses parties des nerfs plus ou moins volumineux.

Les *nerfs dorsaux*, ou *thoraciques*, sont au nombre de douze. Ils sortent du canal vertébral, au niveau des vertèbres dorsales. Ils se distribuent en partie aux muscles du dos, et forment, d'autre part, les *nerfs intercostaux*, qui serpentent entre les côtes et animent les muscles inspirateurs et expirateurs.

Les cinq paires de *nerfs lombaires*, ou *abdominaux*, sortent de la colonne vertébrale, dans la région dite *lombaire*. Ils envoient vers le dos leurs branches postérieures, tandis que les branches antérieures se réunissent et forment le *plexus lombaire*, lequel envoie des nerfs à la face antérieure de la cuisse, où ils se ramifient en un grand nombre de branches, au niveau du pli de l'aine.

Les *nerfs sacrés*, au nombre de cinq, sortent de la colonne vertébrale par les ouvertures de l'os sacrum, et se distribuent aux parties environnantes.

On appelle *plexus sciatique*, ou *plexus sacré*, et *plexus hypogastrique*, des lacis, des agglomérations de tissu nerveux formées par les nerfs sacrés. Le plexus sciatique se termine par un nerf volumineux, le *nerf sciatique*, qui est souvent le siège de névralgies cruelles. Apparaissant à la partie postérieure de la cuisse, le nerf sciatique passe par le creux du jarret, descend le long de la jambe et se distribue finalement au pied.

Le *nerf coxygien* sort de la partie inférieure du canal vertébral. Il se distribue dans les parties musculaires qui composent la région du coccyx.

La moelle épinière est l'agent de communication et de transmission entre les nerfs et le cerveau. L'important, au point où nous sommes arrivés, c'est donc de déterminer les

fonctions dévolues aux nerfs qui sortent de la moelle épinière.

Bien préciser les fonctions des nerfs de la moelle épinière, telle est la question que nous avons à aborder maintenant, et à ce sujet nous aurons à initier nos lecteurs à l'une des plus grandes découvertes qui aient jamais été faites en physiologie. Nous voulons parler de la division des nerfs, en général, en *nerfs sensitifs* et en *nerfs moteurs*.

La science est arrivée à reconnaître qu'il y a dans un nerf une partie destinée à transmettre au cerveau ou à la moelle épinière les impressions sensibles, et une autre destinée à provoquer les mouvements dans les régions où elle se distribue. Fait bien singulier! A l'origine des nerfs, les deux fibres sensitive et motrice sont séparées : les racines antérieures, qui servent au mouvement, et les racines postérieures, qui servent à la sensibilité, sont parfaitement distinctes, parfaitement séparées, parfaitement reconnaissables. Mais, après un trajet de quelques millimètres, ces deux fibres différentes se réunissent, s'accolent, pour ainsi dire, et constituent un *nerf mixte*. Ce nerf continue ainsi son trajet à peu près jusqu'à son point de terminaison. Une fois là, les fibres sensitives et les fibres motrices se séparent de nouveau; les fibres sensitives se distribuent à la peau, aux glandes et à tous les organes dans lesquels réside la sensibilité; tandis que les fibres motrices se répandent dans les muscles, auxquels elles donnent la propriété de se contracter, lorsque l'encéphale leur en transmet l'ordre, par l'intermédiaire de la moelle épinière.

Le double rôle affecté à un même nerf de transmettre les impressions sensibles, ou les ordres de mouvement, a trop d'importance, dans l'histoire des fonctions du système nerveux, pour que nous n'entrions pas dans des détails précis à ce sujet. Nous n'avons pas voulu aborder cette question en parlant des nerfs crâniens, parce que les nerfs sortant du crâne sont loin d'être tous en possession du double privilège dont nous parlons: pour le plus grand nombre, ils sont affectés isolément à la sensibilité ou aux mouvements. Ajoutons qu'en renvoyant au chapitre des nerfs rachidiens l'étude de la grande question des nerfs sensitifs et des nerfs moteurs, nous rendons plus facile au lecteur l'intelligence de cette grande question.

Un examen, même superficiel, des fonctions nerveuses dé-

montre qu'il y a dans le système qui préside à ces fonctions deux courants opposés : l'un qui va de la périphérie au centre, c'est-à-dire des organes des sens au centre nerveux ; l'autre qui va du centre à la périphérie, c'est-à-dire du centre nerveux aux organes des sens. On peut appeler le premier *courant centripète* et le second *courant centrifuge*.

Un charbon ardent roulant du foyer tombe sur votre jambe et vous occasionne une brûlure ; aussitôt vous retirez vigoureusement la jambe. Analysons, en physiologiste, ce qui s'est passé. L'impression de brûlure déterminée par le charbon incandescent à la surface de la peau de la jambe a été perçue par les nerfs, et conduite par eux jusqu'au centre nerveux, jusqu'au cerveau. Voilà le *courant centripète*. Le cerveau, ainsi réveillé, a envoyé l'ordre aux muscles de la jambe de se contracter, pour soustraire le membre à la brûlure. Voilà le *courant centrifuge*.

Mais, direz-vous, où est la preuve que ce sont les nerfs qui ont conduit au cerveau l'impression de brûlure produite à la surface de la peau, et qui ont ensuite provoqué le mouvement de contraction musculaire de la jambe? Ce qui le prouve, ce qui démontre que les nerfs, et non d'autres organes, sont bien les agents par lesquels toutes ces impressions ont circulé, c'est que si l'on coupe le nerf principal d'un membre, en un point quelconque de son trajet, ou lorsque, par une blessure ou un accident, le nerf de ce membre a été divisé, coupé, le membre est insensible. On peut piquer, brûler ce membre, sans que l'individu ressente la moindre douleur ; et, en même temps, le membre est incapable d'exécuter le moindre mouvement. C'est donc bien le nerf qui est l'agent conducteur de la sensibilité et du mouvement.

Quand nous sommes subitement frappés par une lumière éclatante, nous fermons aussitôt les yeux, pour les soustraire à cette trop forte impression. Que s'est-il passé ? La lumière a impressionné la rétine, c'est-à-dire le réseau du tissu nerveux qui tapisse le fond de l'œil et fait suite au nerf optique, et le nerf optique a transmis à l'encéphale cette vive impression lumineuse. Voilà le *courant centripète*. L'encéphale, ainsi excité, a transmis à la paupière, par le nerf oculaire moteur, l'ordre et la puissance de se contracter. Voilà le *courant centrifuge*. Le *courant centripète* va de la rétine à l'encéphale, le *courant centrifuge* va de l'encéphale au nerf oculaire moteur.

Y a-t-il un nerf particulier pour transmettre la sensibilité, et un autre pour transmettre le mouvement et la contractilité ? Il est rare que les nerfs aient cette affectation isolée et spéciale. Cet isolement existe particulièrement pour les nerfs crâniens. Les nerfs optique, acoustique, olfactif, sont dans ce cas. Mais le plus souvent, et c'est là que nous voulions en arriver, le même nerf est affecté à la transmission du *courant centripète* et du *courant centrifuge*, c'est-à-dire du mouvement et de la sensibilité. Les fibres nerveuses, servant à conduire chacun de ces courants, sont séparées, ainsi que nous l'avons dit plus haut, au moment où elles sortent du canal vertébral ; mais, à quelque distance de leur émergence de ce canal, elles se réunissent, elles s'accolent, se juxtaposent, sans se confondre, et constituent alors un *nerf mixte*, c'est-à-dire un nerf contenant à la fois des fibres sensitives et des fibres motrices.

La découverte de ce fait a marqué une des plus grandes époques de l'histoire de la physiologie. Il est donc nécessaire de rappeler dans quelles circonstances et entre les mains de quels expérimentateurs s'est révélée cette grande loi de l'organisme.

Les anciens physiologistes avaient bien remarqué que le mouvement peut être aboli dans une partie du corps sans que la sensibilité lui soit enlevée ; et réciproquement, qu'un membre peut devenir insensible tout en conservant sa mobilité. L'indépendance qui avait été ainsi reconnue entre le mouvement et la sensibilité, dans le corps humain, avait fait pressentir aux médecins du XVIIe siècle qu'il devait exister deux ordres de nerfs, les uns sensitifs, les autres moteurs. Boerhaave, l'oracle de la médecine européenne au XVIIIe siècle, développa cette idée. A la fin du siècle dernier, le naturaliste français de Lamarck formula avec assez de netteté ce principe, qu'un même nerf peut, selon les circonstances, transmettre les impressions de la sensibilité ou l'excitation au mouvement.

Mais la première démonstration du double rôle des nerfs, chez l'homme et chez les animaux, démonstration appuyée d'un nombre suffisant de preuves expérimentales, fut donnée, en 1811, par Charles Bell, chirurgien anglais.

Charles Bell fit ses expériences uniquement sur les animaux : sur des lapins et sur un âne.

L'application à l'homme de phénomènes constatés sur le la-

pin paraissait un peu forcée. En outre, Charles Bell avait commis de notables erreurs quant aux fonctions des racines postérieures des nerfs. C'est ce qui explique la longue résistance que ses idées trouvèrent sur le continent.

Quoi qu'il en soit, voici exactement en quoi consiste la découverte de Ch. Bell. Ce physiologiste trouva que les nerfs qui partent de la moelle épinière ont des fonctions différentes, dans la première partie de leur trajet, au sortir des trous vertébraux, c'est-à-dire dans ce que l'on nomme leurs racines. Les racines antérieures lui parurent chargées de transmettre à la fois le

Fig. 101. Charles Bell.

mouvement et la sensibilité, tandis que les racines postérieures transmettaient au *cervelet* une *influence vitale particulière.*

Il y avait loin de là, comme on le voit, à l'expression si nette et si simple des doubles fonctions sensitive et motrice des nerfs, telle qu'on la formule aujourd'hui. L'obscurité de la théorie de Charles Bell explique que pendant dix ans elle ne fut accueillie hors de l'Angleterre que par des dénégations ou des critiques.

Ce ne fut qu'en 1821, dix ans après l'annonce de ses expériences, que Charles Bell, s'étant rendu à Paris, soumit sa découverte à l'examen de l'Académie des sciences. Magendie, qui tenait alors en France le sceptre de la physiologie, répéta les expériences de Charles Bell. Il les trouva d'abord très-exactes, et dans une communication à l'Académie des sciences il donna son entière adhésion au principe posé par Charles Bell. Mais, en continuant ses expériences, Magendie en vint à se faire une opinion toute contraire. Dans un nouveau mémoire à l'Académie, Magendie se rectifia donc lui-même. Avec la même assurance et la même conviction, il brûla ce qu'il avait adoré et adora ce qu'il avait brûlé.

Cependant la lumière définitive se fit dans l'esprit de notre savant. Ayant approfondi la question, Magendie découvrit la vérité vraie, et invoquant des expériences faites sur les animaux de toute classe, il la proclama en ces termes. *Les racines antérieures des nerfs de la moelle épinière sont motrices, tandis que les racines postérieures sont sensibles, et ces deux racines s'unissent, se juxtaposent, pour former le nerf, dans le reste de son trajet.*

Après Magendie, les expériences sur les doubles fonctions des nerfs se multiplient singulièrement. Flourens et Longet en France, J. Müller et Valentin en Allemagne, répètent les expériences de Ch. Bell et de Magendie, et en étendent beaucoup le cercle.

Les physiologistes que nous venons de nommer opéraient sur des lapins et sur des grenouilles pour démontrer les fonctions opposées des racines antérieures et des racines postérieures des nerfs. Les expériences sont plus faciles avec les animaux à sang-froid, qui supportent sans périr de grandes mutilations; mais les conclusions à tirer d'expériences sur les reptiles ne peuvent pas logiquement s'appliquer aux animaux supérieurs et à l'homme. C'est pour éviter ce genre d'objections que, de nos jours, on exécute ces expériences sur le chien, le cheval, le mouton. Les

conclusions à en tirer en ce qui concerne notre espèce, sont beaucoup plus logiques.

Voici comment on procède à l'expérience fondamentale ayant pour but de démontrer le double rôle sensitif et moteur des racines nerveuses qui sortent de la moelle épinière. On prend un chien, et après avoir incisé la peau, on ouvre le canal vertébral; puis on attaque les vertèbres avec un sécateur de la forme de ceux qui servent à tailler les arbres. La *dure-mère* rachidienne apparaît; on l'incise et l'on aperçoit les racines postérieures des nerfs. Pour mettre à nu les racines antérieures des mêmes nerfs, qui sont situées du côté opposé, c'est-à-dire du côté de la poitrine, on coupe avec le sécateur les ligaments qui recouvrent les parties latérales de la moelle, et l'on aperçoit les racines antérieures. On laisse l'animal quelque temps en repos, pour qu'il puisse se remettre de cette opération cruelle, et l'on procède ensuite à l'expérience.

On touche, avec la pointe d'un scalpel ou l'extrémité d'une pince, la racine postérieure du nerf mise à nu : aussitôt le chien pousse des cris, s'agite et donne tous les signes de la douleur. On touche, avec la même pointe de scalpel ou l'extrémité de la même pince, la racine antérieure, et l'animal ne jette aucun cri, ne donne aucun signe de douleur. Mais le membre dans lequel se distribuent les branches du nerf dont on touche la racine antérieure, est en proie à des contractions musculaires, à une sorte de mouvement convulsif, qui est limité à la région animée par ce nerf : au delà, tout demeure en repos.

Il est donc prouvé que sur un animal d'un ordre supérieur les racines postérieures des nerfs, sortant du canal vertébral servent à la sensibilité, et que les racines antérieures sont excitatrices du mouvement.

Pour achever la démonstration, on coupe les racines postérieures. On peut alors irriter le nerf sur son trajet, ou piquer, blesser le membre dans lequel le nerf se distribue : l'animal ne manifeste aucune douleur ; il a perdu la sensibilité dans cette région. Cependant il peut encore faire mouvoir ses muscles. Si l'on coupe ensuite la racine antérieure du même nerf, le mouvement est aboli et aucune contraction musculaire ne peut plus s'opérer.

On sait pourtant que sur le trajet d'un nerf une telle séparation de fonctions n'existe pas. Si l'on met à découvert un nerf

quelconque sur le même animal, et qu'on irrite ou qu'on touche ce nerf avec la pointe d'un scalpel, on détermine à la fois et de la douleur, et des contractions musculaires, c'est-à-dire des espèces de secousses convulsives.

Il résulte nettement de cette suite d'expériences que les nerfs sont composés de deux éléments : une fibre conductrice de la sensibilité, c'est-à-dire du *courant centripète*, et une fibre conductrice du mouvement, ou du *courant centrifuge*. Et comme l'anatomie montre qu'au sortir du canal vertébral les deux racines antérieure et postérieure se réunissent, se juxtaposent, sans toutefois se confondre, il faut admettre que dans ce nerf, ainsi que dans les branches secondaires qui s'en détachent sur son trajet, les fibres nerveuses des deux ordres sont réunies, et composent ce que l'on doit appeler un *nerf mixte*. Quand le nerf mixte est arrivé aux organes dans lesquels doivent se distribuer ses ramifications, c'est-à-dire dans les membres, dans la peau, dans les glandes sécrétoires, les deux éléments nerveux se séparent : les filets sensitifs vont aux organes doués de la sensibilité, tels que la peau et les glandes, les filets moteurs vont aux organes contractiles, c'est-à dire aux muscles.

Le physiologiste Longet, mort en 1870, a beaucoup contribué, par ses nombreuses expériences sur les animaux, à démontrer la réalité de tous les faits généraux que nous venons d'établir concernant l'affectation spéciale de chaque racine nerveuse prise à la sortie du canal vertébral, et de chaque rameau terminal du même nerf. Flourens a, de son côté, beaucoup contribué à éclairer cette partie de la physiologie du système nerveux.

Ce que nous venons de dire est absolument vrai pour les nerfs de la moelle épinière, qui tous constituent des *nerfs mixtes* dans leur trajet et ont des destinations séparées à leur origine, c'est-à-dire quand on les prend à leurs racines. Il en est tout autrement des nerfs crâniens. Un seul des nerfs crâniens, celui de la cinquième paire, ressemble, par son mode d'origine, aux nerfs rachidiens. La plupart des autres présentent pendant un assez long trajet, soit des propriétés motrices, soit des propriétés sensitives.

L'examen anatomique, l'analyse histologique, n'ont pu faire découvrir aucune différence appréciable à l'œil entre les éléments du tissu nerveux des racines postérieures et ceux des racines antérieures des nerfs de la moelle épinière. La différence

radicale qui sépare les deux fonctions est donc inexplicable par la structure anatomique des deux espèces de nerfs. Il y a là en-

Fig. 102. Longet.

core un de ces mystères dont le système nerveux nous offre tant d'exemples.

SYSTÈME DU NERF GRAND SYMPATHIQUE.

Il faut rattacher tout à la fois à la moelle épinière et à l'encéphale le système nerveux qu'on désigne communément sous le nom de *grand sympathique*, et dont l'importance sera suffisamment appréciée quand nous dirons qu'il préside aux fonctions

qui s'accomplissent dans la poitrine et dans l'abdomen. Il fallait un régulateur particulier à ces actions qui doivent être soustraites à l'empire de la volonté, parce qu'elles ne peuvent jamais être interrompues, parce qu'elles doivent s'accomplir dans le sommeil aussi bien que dans l'état de veille. Au nerf grand sympathique revient ce gouvernement particulier.

Il faut représenter le *nerf grand sympathique* comme un double cordon situé profondément, de chaque côté de la colonne vertébrale, coupé par de nombreux *ganglions* (c'est-à-dire des sortes d'accumulations, de nœuds, de matière nerveuse), et dont les extrémités se réunissent supérieurement au milieu de la tête en dehors du crâne, et inférieurement, dans l'intérieur du bassin.

Les deux moitiés du nerf grand sympathique sont en communication l'une avec l'autre, au moyen de filets nerveux qui se réunissent, après s'être distribués dans les viscères de la poitrine et de l'abdomen.

La figure 103 donne une représention générale, un dessin idéal du *grand sympathique*, pour faire comprendre ses rapports généraux et sa symétrie. Après cette figure, que l'on nomme un *schéma* dans les cours d'anatomie et de physiologie, nous plaçons (figure 104) un dessin représentant, telle qu'elle existe dans la nature, la distribution du nerf *grand sympathique* aux viscères de la poitrine et de l'abdomen.

Le nerf grand sympathique présente dans tout son épanouissement la forme d'une sorte d'ovale allongé, tandis que le système cérébro-spinal a, comme on l'a vu, la forme d'un arbre avec ses ramifications. Les nerfs dont il se compose se distribuent aux vaisseaux sanguins et lymphatiques, et les accompagnent constamment. Ces mêmes nerfs communiquent avec un grand nombre de renflements de tissu nerveux, c'est-à-dire des ganglions (d'où vient le nom de *système ganglionnaire*).

Les tubes nerveux de ce système sont beaucoup plus minces que ceux du système nerveux cérébro-spinal.

Le nerf grand sympathique, ou la *chaîne ganglionnaire*, comme on l'appelle quelquefois, forme une double chaîne perpendiculaire, qui s'étend des ceux côtés le long de la colonne vertébrale, et comprend vingt-quatre à vingt-cinq ganglions diversement espacés. Les filets qui se détachent de ces ganglions, vont se distribuer dans les vaisseaux sanguins et lym-

phatiques de la poitrine et de l'abdomen. D'autres accompagnent les nerfs qui partent du cerveau et de la moelle épinière.

Les ganglions du nerf grand sympathique se distinguent, d'a-

Fig. 103. Schéma du nerf grand sympathique.

. Ganglion cervical supérieur. — 2. Ganglion cervical moyen. — 3. Ganglion cervical inférieur. — 4, 4. Ganglion racnidien. — 5. Filets antérieurs des ganglions cervicaux et des ganglions thoraciques, concourant à la formation du plexus cardiaque. — 6. Plexus cardiaque. — 7. Plexus diaphragmatique. — 8. Grand splanchnique. — 9. Ganglion semilunaire. — 10. Plexus solaire. — 11. Plexus mésentérique. — 12. Plexus hypogastrique. — 13. Filets ascendants qui accompagnent les artères dans le cerveau. — *a*. Cœur. — *b*. Diaphragme.

près leur situation, en *ganglions de la tête*, du *cou*, de la *poitrine*, de l'*abdomen* et du *bassin*.

A leur terminaison périphérique, les nerfs du système gan-

glionnaire se réunissent entre eux, et forment ce que l'on nomme des *plexus*. Les *plexus* (du latin *plexus*, filet) sont des espèces de tresses résultant de l'enchevêtrement, en forme de filets, des nerfs qui entourent les vaisseaux.

Les principaux plexus se trouvent dans l'abdomen et la poitrine. On les désigne par le nom des vaisseaux qu'ils sont chargés d'accompagner. Le plexus le plus considérable de l'abdomen est le *plexus solaire* (10, fig. 103; 5, fig. 104), situé derrière l'estomac, et entourant la partie des artères de l'abdomen que l'on appelle le *tronc cœliaque*, qui fournit des artères importantes à plusieurs viscères abdominaux.

Il ne faut pas chercher dans le nerf grand sympathique de racines sensibles ni de racines motrices. Il s'agit ici d'un système nerveux tout spécial, réglant des actions dont nous n'avons pas conscience : la digestion, la circulation, la nutrition, les sécrétions, auxquelles il faut joindre une action motrice exercée sur les vaisseaux de la poitrine et de l'abdomen, laquelle a pour effet de provoquer la circulation du sang, de la lymphe et du chyle dans les canaux qui renferment ces liquides. Les physiologistes modernes donnent le nom de *vaso-moteurs* aux filets du nerf grand sympathique qui se distribuent aux vaisseaux artériels et veineux propres aux viscères de la poitrine et de l'abdomen. Ils rappellent, par ce mot *vaso-moteurs*, que c'est sur la circulation dans les petits canaux que le nerf grand sympathique agit particulièrement.

Il faut, quand on parle du nerf grand sympathique, insister sur ses nombreux ganglions. Les ganglions du nerf grand sympathique, rangés en ordre bilatéral, le long de la colonne vertébrale, et sous la direction d'un centre principal, sont autant de foyers partiels, d'où partent des filets noueux, qui pénètrent dans la profondeur des viscères ou vont envelopper et escorter les vaisseaux sanguins et lymphatiques.

On voit sur la figure 104 la situation exacte des ganglions du grand sympathique, de la *chaîne ganglionnaire*, des *plexus* et des nerfs propres à ce système.

Le lecteur peut maintenant se faire une idée exacte des fonctions du cerveau et de la moelle épinière (*système cérébro-spinal*), comparées à celles du nerf grand sympathique. Tandis que le *système cérébro-spinal* anime les organes qui sont le siège de la

vie extérieure et du mouvement volontaire, le nerf grand sym-

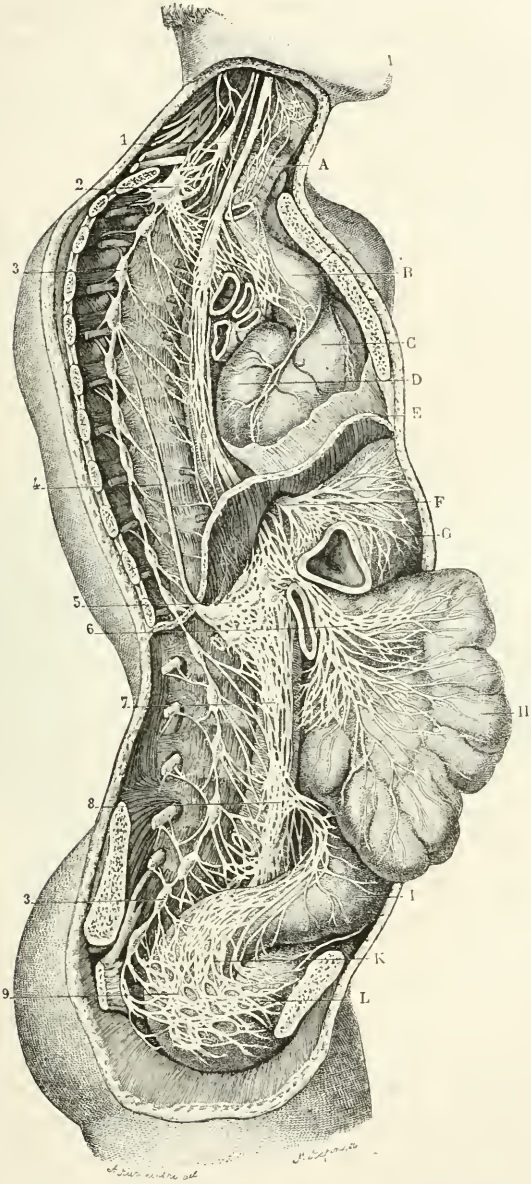


Fig. 104. Distribution du nerf grand sympathique, de ses ganglions et de ses plexus.

A. Trachée-artère. — B. Aorte. — C. Ventricule droit du cœur. — D. Oreillette droite du cœur. — E. Coupe du diaphragme. — F. Extrémité inférieure de l'œsophage. — G. Coupe de l'estomac. — H. Intestin grêle. — I. Colon. — K. Rectum. — L. Vessie.

1. Ganglion cervical moyen. — 2. Ganglion cervical inférieur. — 3. Chaîne ganglionnaire lombaire. — 4. Nerf grand splanchnique. — 5. Plexus solaire. — 6. Plexus mésentérique supérieur. — 7 et 8. Plexus lombo-aortique. — 9. Plexus hypogastrique.

pathique, que l'on nomme quelquefois le *système nerveux ganglionnaire*, règle le développement et la conservation du corps, maintient la force et la santé. On pourrait dire, pour emprunter une comparaison musicale, que le *système nerveux cérébro-spinal* préside à l'exercice de la vie en *mode majeur*, tandis que le *système ganglionnaire*, ou *nerf grand sympathique*, préside à l'exercice de la vie en *mode mineur*.

Les physiologistes du dernier siècle avaient fort mal compris le rôle du nerf grand sympathique. Ils plaçaient dans l'appareil nerveux ganglionnaire de la poitrine et du ventre le siège des passions, des affections et des instincts. Ils disaient « L'intelligence et le jugement sont dans le cerveau; mais les passions, l'amitié ou la haine, sont dans l'appareil nerveux abdominal. » On se tromperait en assignant pour le siège des passions les organes thoraciques et abdominaux. Sans doute, la fureur, la peur, l'affection, font battre notre cœur avec plus d'activité, accélèrent notre respiration et peuvent troubler notre digestion ; mais ce n'est pas une raison pour considérer les viscères de la poitrine ou de l'abdomen comme le siège de nos passions. Ce serait prendre l'effet pour la cause.

On s'était mépris, jusqu'à ces derniers temps, sur l'isolement du système nerveux ganglionnaire. On croyait qu'il constituait un ensemble tout spécial, sans connexion avec le reste de l'économie. Bichat avait basé sur ce principe, dont l'erreur est aujourd'hui démontrée, sa célèbre distinction de la *vie de relation* et de la *vie végétative*. Pour lui, la *vie de relation*, — c'est-à-dire les mouvements volontaires qui établissent nos rapports avec le monde extérieur, et qui président aux actes de la conscience, était régie par le *système nerveux cérébro-spinal*, et la *vie végétative*, — c'est-à-dire les fonctions inconscientes de la respiration, de la circulation, de la digestion, etc., — était régie par le système ganglionnaire, ou nerf grand sympathique. On sait aujourd'hui que ces deux systèmes anatomiques, bien que séparés l'un de l'autre, ne cessent de communiquer entre eux, de faire, en quelque sorte, cause commune, tout en gardant chacun son mode d'influence particulier. Ce sont deux États distincts, mais qui sont en rapport par des dépêches mutuelles, constamment échangées.

Les relations anatomiques entre le système du nerf grand sympathique et le système nerveux cérébro-spinal, longtemps

méconnues, sont aujourd'hui parfaitement établies. Le nerf grand sympathique communique avec le tronc des nerfs rachidiens, au niveau des trous vertébraux. Un filet nerveux part de l'une et l'autre racine des nerfs rachidiens, et va rejoindre, dans la poitrine, le nerf grand sympathique. Tous ces filets d'union

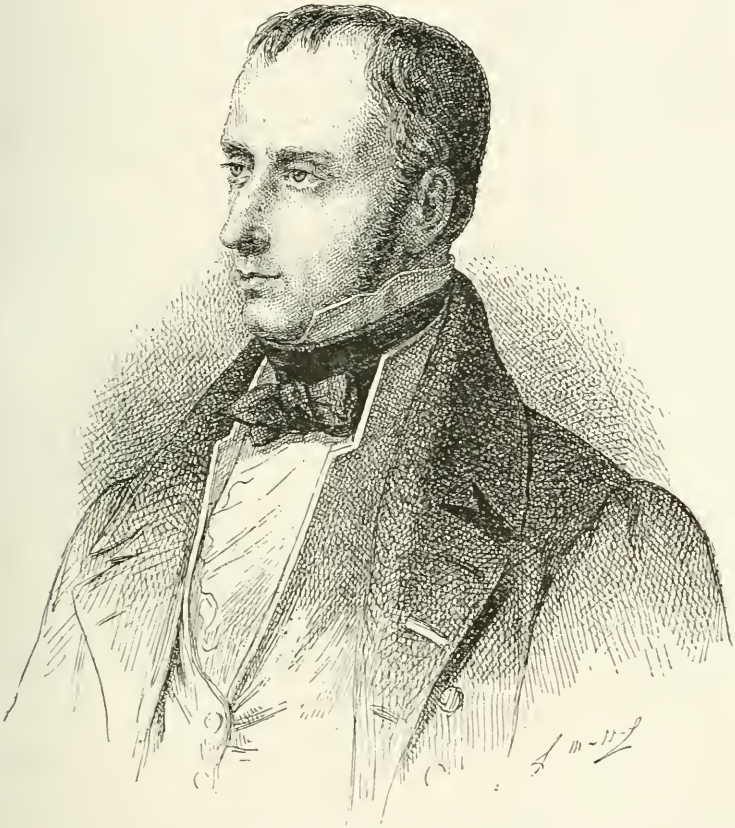


Fig. 105. Bichat.

constituent l'unité du système nerveux, niée par Bichat, et proclamée par l'école moderne.

Dans la tête, des filets de communication relient le *ganglion cervical supérieur* avec les ganglions du système nerveux de l'encéphale, tels que les *ganglions ophthalmique*, *sphéno-palatin*, *optique*, *maxillaire* ou *sublingual*. La communication se fait donc à la fois avec la moelle épinière et avec l'encéphale.

Dans les membres supérieurs et inférieurs, les nerfs qui proviennent du grand sympathique se confondent dans tout leur parcours avec ceux qui dérivent de la moelle épinière.

Cette dernière particularité prouve bien qu'il existe de grandes connexions entre le nerf grand sympathique et les nerfs de la moelle épinière, et que, par conséquent, l'*unité du système nerveux* n'est pas un vain mot.

Ajoutons que la substance du tissu nerveux des ganglions du nerf grand sympathique est la même que celle de l'encéphale et des nerfs rachidiens et crâniens. Ces ganglions contiennent de la substance grise, c'est-à-dire qu'on y trouve, comme dans les nerfs, des tubes nerveux et des cellules nerveuses.

On est même aujourd'hui assez bien fixé sur les fonctions spéciales du système nerveux ganglionnaire, et l'on a précisé son rôle physiologique beaucoup plus qu'on ne l'avait fait jusqu'ici. On admet que le rôle du nerf grand sympathique consiste surtout à exciter les *contractions des tubes étroits*, c'est-à-dire des artères et des veines ainsi que des vaisseaux lymphatiques et chylifères, enfin des canaux excréteurs et sécréteurs des glandes. Les fibrilles contractiles, qui existent dans ces petits canaux, se resserrent, sous l'influence du système des nerfs qui nous occupe, et chassent leur contenu, ce qui provoque la circulation des liquides à l'intérieur de ces canaux. C'est pour consacrer ce principe, que l'on appelle quelquefois aujourd'hui, comme nous l'avons dit plus haut, *nerfs vaso-moteurs* les filets du grand sympathique qui vont se distribuer aux vaisseaux lymphatiques et sanguins.

Les relations qui existent entre le système du grand sympathique et le système nerveux cérébro-spinal, expliquent que les excitations envoyées au cerveau ou à la moelle épinière puissent aller produire des mouvements dans les organes placés sous la dépendance du grand sympathique, et réciproquement. C'est ce que les physiologistes modernes appellent une *action réflexe*.

Prenons quelques exemples, pour caractériser ce que l'on nomme *action nerveuse réflexe*, phénomène qui joue aujourd'hui un rôle considérable dans la théorie du système nerveux.

Si, comme l'a montré le premier J. Müller, on met à nu les intestins d'un animal, et que l'on pince ou pique la peau de

cet animal en un point quelconque du tronc ou des membres, on voit aussitôt l'intestin effectuer de rapides mouvements péristaltiques. C'est que la moelle épinière, ainsi que l'encéphale, ont reçu, par les nerfs qui se distribuent à la peau, une impression de sensibilité, laquelle s'est transformée en excitation motrice en se transmettant à la portion du nerf grand sympathique qui préside aux mouvements du tube intestinal.

L'*action réflexe* est, en effet, la propriété dont jouissent la moelle épinière et l'encéphale, c'est-à-dire le tissu nerveux central, — qu'il réside dans le canal vertébral ou dans le crâne, — de transformer les impressions que lui apportent les nerfs sensitifs en excitations motrices, en d'autres termes, de réfléchir les impressions des nerfs sensitifs sur les nerfs moteurs, lesquels vont provoquer les mouvements de contraction des muscles.

Un homme endormi est piqué à la main, il retire sa main. Il n'a cependant aucune conscience de ce mouvement, parce que l'impression n'a pas été perçue par le cerveau. Voici ce qui se passe dans ce cas. La douleur occasionnée par la piqûre arrive par le nerf sensitif à la moelle épinière. La moelle épinière envoie alors, par un nerf moteur, une excitation, en vertu de laquelle la main est retirée. C'est un *mouvement réflexe.*

Trempez dans un bain d'eau glacée la main droite, en tenant de la main gauche un thermomètre ; vous verrrez bientôt le thermomètre baisser, ce qui prouve que votre main gauche s'est refroidie. Il y a eu *action réflexe.* Impressionné par le froid de la main droite, l'encéphale a transmis cette impression à la main gauche par les nerfs sensitifs et moteurs qui vont s'y distribuer.

Par le froid aux pieds ou aux différentes parties du corps, les petits tuyaux des bronches se rétrécissent, et exposent aux inflammations, aux congestions bronchiques et pulmonaires. Le froid ne frappe pas directement les tuyaux bronchiques, mais le système nerveux encéphalique impressionné va retentir sur le système nerveux de la poitrine, c'est-à-dire va troubler ou activer d'une manière irrégulière et anormale l'innervation des bronches, par suite des communications qui existent entre les deux systèmes nerveux.

A la suite d'une émotion morale, de la peur surtout, le tube intestinal accroît ses sécrétions. C'est que l'encéphale, frappé d'une

impression de terreur, va agir sur les nerfs qui président aux sécrétions du liquide intestinal, grâce aux connexions qui relient ces deux ordres de système nerveux.

D'autres exemples de *mouvements réflexes* nous sont fournis par le clignotement des yeux, qui se produit lorsqu'on en approche de trop près un corps quelconque; — par l'éternuement, que détermine le chatouillement du nez; — par la toux violente qui survient lorsqu'on avale de travers ; — par la sécrétion de la salive à la vue d'un mets appétissant.

Voici ce qui se passe dans l'éternuement, que nous prendrons comme exemple. Une substance excitante, comme le tabac en poudre, est introduite dans les fosses nasales. L'excitation produite sur la muqueuse des fosses nasales se transmet, par les ramifications du nerf olfactif, à l'encéphale, lequel, pour transformer cette impression de sensibilité en sensation motrice, envoie, par le nerf pneumo-gastrique, au diaphragme et aux muscles expirateurs l'ordre et la faculté de se contracter. La contraction subite, et pour ainsi dire spasmodique, du diaphragme déterminant une expiration violente, produit l'*éternuement*.

Voilà, cher lecteur, la théorie scientifique de l'éternuement. N'est-ce pas que la physiologie est une science curieuse, et en même temps amusante? « Que de choses dans un menuet! » disait le danseur Vestris Ier « Que de choses dans une prise de tabac! » pourrions-nous dire.

Certaines maladies de l'oreille occasionnent des éternuements sans fin. Mosler a vu une femme qui, atteinte d'une maladie de l'oreille, éternua 52 000 fois en 42 heures (12 fois par minute). Lorsqu'elle fut guérie de son mal de l'oreille, les éternuements cessèrent.

Signalons encore, comme phénomènes d'action réflexe : le tremblement qui suit l'immersion du corps dans un bain froid; — le vomissement que provoque l'aspect d'une substance répugnante; — les convulsions que détermine chez les enfants la présence des vers dans le tube intestinal; — les soubresauts musculaires qui font tressaillir à la suite de la détonation subite d'une arme à feu, alors qu'on ne s'y attend pas; — la congestion de la conjonctive de l'œil quand un corps étranger s'est introduit sous les paupières; — la rougeur de la face à la suite d'une émotion subite. Dans ces deux derniers cas, la congestion

sanguine ou la coloration de la peau tiennent à ce que les nerfs sensitifs ont réagi sur les nerfs vaso-moteurs qui animent les fibres musculaires ayant pour fonction de faire contracter les tuniques artérielles.

C'est en vertu de la même cause qu'une grenouille décapitée agite encore vivement ses membres, si on les irrite avec un instrument piquant, en l'absence du cerveau. La moelle épinière suffit pour envoyer aux nerfs moteurs des membres l'incitation motrice, consécutive de l'effet de sensibilité qu'elle a elle-même ressenti.

En résumé, le nerf grand sympathique sert de lien harmonique entre les divers organes auxquels sont dévolues les fonctions nerveuses; mais il ne faut pas oublier que son rôle capital c'est de présider aux grandes fonctions qui s'accomplissent dans les viscères de la poitrine et du bas-ventre, et qui ont pour effet d'assurer la nutrition, la réparation de nos organes, de nos tissus, et d'entretenir ainsi nos forces et notre santé.

Si l'encéphale a le privilège de l'intelligence, le grand sympathique est doué d'un instinct étonnant. On ne peut aller jusqu'à dire, avec les anciens physiologistes, que les ganglions du nerf grand sympathique soient autant de petits cerveaux; mais il faut reconnaître que ce système nerveux opère avec une sûreté extraordinaire, puisque les fonctions qu'il tient sous sa dépendance, la digestion, la respiration, la circulation, l'absorption, les sécrétions, s'accomplissent avec une régularité extraordinaire, sans que l'encéphale en ait jamais conscience, et sans que notre volonté puisse intervenir pour les arrêter ou les suspendre.

C'est surtout dans les maladies qu'apparaît la puissance du système nerveux ganglionnaire. Les efforts que la nature accomplit pour triompher du mal qui opprime l'économie, ces luttes, ces crises, qui se produisent en nous, pour combattre ce qui peut nous être nuisible, tous les exploits de la nature *médicatrice*, qui sont soustraits à notre conscience, comme à notre volonté, c'est le nerf grand sympathique qui les dirige, par un mystère de la nature qui reste impénétrable à notre entendement.

Les impressions du système nerveux ganglionnaire, qui sont, dans l'état normal, obscures, vagues et purement organiques, peuvent devenir, dans l'état de maladie, assez exaltées pour se transmettre au cerveau Les affections du bas-ventre changent, troublent nos idées, nous portent à la mélancolie, à l'hypocon-

drie. L'esprit peut être exalté, l'intelligence accrue ou pervertie, par suite des maladies des viscères abdominaux, dont les souffrances ont assez d'intensité pour retentir jusqu'au cerveau. Les convulsions qui s'emparent des enfants et les désordres nerveux des jeunes filles malades ont leur point de départ dans l'état de souffrance de quelque viscère de l'abdomen.

C'est en partant de cette idée que les amateurs du merveilleux plaçaient dans le système du nerf grand sympathique la cause du somnambulisme provoqué par les manœuvres des magnétiseurs. Quelques médecins du commencement de notre siècle ont donné cette théorie physiologique du magnétisme animal; mais cette explication était inadmissible. Le sommeil a son siège dans le cerveau et non dans le bas-ventre, et le somnambulisme, qu'il soit naturel ou provoqué, a, comme le sommeil, sa cause dans le même organe.

Nous terminerons cette étude du tissu nerveux considéré dans les trois systèmes de l'encéphale, de la moelle épinière et du grand sympathique, en appelant l'attention sur un caractère du tissu nerveux commun à tous ces systèmes.

Le tissu nerveux, qu'on le prenne dans l'encéphale, dans la moelle épinière ou dans le système ganglionnaire, a besoin, pour fonctionner régulièrement, d'être abreuvé constamment de sang. Aussi de nombreux vaisseaux sanguins parcourent-ils tous les centres nerveux. Nous avons dit, en décrivant l'encéphale, qu'en outre des nombreuses artères et veines qui nourrissent le cerveau, la *dure-mère* forme, à la partie supérieure de la boîte crânienne, une sorte de vide, ou de *sinus* (du latin *sinus*, golfe), qui est un véritable réservoir de sang pour la nutrition du cerveau. La moelle épinière est également nourrie par de nombreux vaisseaux sanguins. Il faut en dire autant des nerfs eux-mêmes, qui sont parcourus et nourris par un lacis d'artères et de veines. Quelle que soit la partie où on le considère, le tissu nerveux doit donc toujours recevoir une notable quantité d'un sang réparateur. Si, par un accident quelconque, le sang cesse d'affluer dans le tissu nerveux, ses fonctions s'interrompent. Claude Bernard a fait une expérience qui est bien démonstrative sous ce rapport. Il a injecté dans l'artère carotide d'un lapin du sang qu'il avait préalablement privé de sa fibrine par l'agitation, afin de le maintenir liquide. Quand le sang pé-

nétrait dans le cerveau du lapin, l'animal, qui était inerte et moribond, reprenait la vie, manifestait de l'intelligence et de la volonté. Quand on retirait le sang, au moyen de la petite canule munie d'un piston qui avait servi à l'injecter dans l'artère carotide, le cerveau devenant exsangue, l'animal retombait dans son état de morne stupidité.

Ainsi, cher lecteur, le sang est indispensable pour que le système nerveux exerce ses fonctions; mais étonnante, ou plutôt apparente contradiction, si vous voulez abolir la circulation du sang dans un membre, il vous suffit de couper le nerf principal qui se distribue à ce membre et aux vaisseaux sanguins qui le parcourent. Le système nerveux tient donc sous sa dépendance la circulation du sang, ou, comme le disent les physiologistes, l'*innervation préside à la circulation*. Mais nous venons de dire qu'en l'absence du sang le système nerveux ne remplit plus ses fonctions. Quel bizarre et contradictoire enchaînement! Dans ce mutuel concours de deux puissances, quelle est la dominante? Si *la circulation est indispensable à l'innervation*, et *l'innervation indispensable à la circulation*, comment et à quelle époque a commencé ce cercle d'évidents antagonismes? Il faut qu'à un moment donné une autorité supérieure ait mis en jeu à la fois ces deux actions, qui sont corrélatives l'une de l'autre, et qui pourtant marchent, chez nous, avec harmonie depuis la naissance?

Cela revient, ne vous y trompez pas, lecteur, à demander quelle est la puissance suprême qui donne au germe enfermé dans la graine végétale, au germe contenu dans l'œuf des animaux, à l'œuf de l'oviducte humain, la mystérieuse faculté de se développer, de grandir, de former des organes, et de constituer un être nouveau. Cela revient à demander quelle est la main qui a lancé les astres de l'univers sur la tangente de l'orbite qui leur est assignée. La puissance suprême qui a commandé aux nerfs de vibrer et au sang de circuler, celle qui dirige l'acte, inconcevable pour nous, du développement des germes végétaux et animaux, est aussi celle qui a lancé les astres dans l'espace infini. C'est la main du Créateur, c'est celle de Dieu. Le grand architecte des mondes est aussi le grand architecte du corps humain.

L'étude du corps humain, l'examen approfondi des merveilles de notre structure, nous ramènent sans cesse à l'idée d'un Dieu créateur, et la connaissance du mécanisme de nos organes est la

meilleure voie pour nous faire admirer et bénir l'auteur de la nature. Ce n'est donc pas parmi les naturalistes, parmi les médecins, parmi les vrais savants, qu'il faut chercher les partisans du matérialisme, qui tend à envahir la société moderne. Cette triste doctrine est le privilège, et comme le cachet, de l'ignorance et de la légèreté.

VIII

LA VUE, L'OUIE, L'ODORAT, LE GOUT ET LE TACT

La vue. — Les moyens de protection et de défense du globe de l'œil. — Les sourcils. — La paupières. — Les voies lacrymales. — Rôle des paupières comme moyen de protection de l'œil. — Maladies résultant de l'ablation partielle des paupières. — Régulus chez les Carthaginois. — Les glandes lacrymales. — Le canal lacrymal. — Voie d'écoulement des larmes. — La fistule lacrymale et l'opération qui guérit. — Les glandes de Meibomius et la chassie des paupières. — Composition anatomique du globe de l'œil. — La sclérotique. — La choroïde. — La cornée transparente. — La pupille. — L'iris. — Le cristallin. — Ce que c'est que l'humeur aqueuse et l'humeur vitrée. — La rétine, qui tapisse le fond du globe de l'œil, est l'épanouissement du nerf optique. — Mécanisme physique de la vision. — Analyse de la marche des rayons lumineux dans les différents milieux réfringents de l'œil. — Les objets se peignent renversés au fond de la rétine. — Expérience avec l'œil d'un bœuf montrant la réalité du renversement des objets sur la rétine. — Théories diverses données pour expliquer la vue droite des objets renversés. — Théories pour expliquer la vue simple avec les deux yeux. — Comment l'œil réalise-t-il l'*achromatisme?* — Explication de l'*accommodation* de l'œil aux distances les plus différentes. — Théorie de Helmholtz. — Ce que c'est que la myopie et le presbytisme. — Représentation par le dessin des défauts de l'œil qui constituent la myopie et le presbytisme. — Les besicles à l'usage des myopes et des presbytes. — Histoire de la découverte des besicles. — Salvino Armato, de Florence, inventeur des besicles, au quatorzième siècle. — Alexandre de Spina perfectionne les besicles. — La découverte des verres de lunettes à l'usage des myopes et des presbytes conduit à la découverte de la lunette astronomique. — Le fils de Jacques Metzu et le coq de l'église d'Alcmaer. — Différentes couleurs données autrefois aux verres des besicles. — La teinte fumée. — Altérations pathologiques de la vue. — Nyctalopie. — Héméralopie. — Amaurose. — Glaucôme. — Cataracte. — Les mouvements de l'œil et les muscles qui les produisent. — Le strabisme. — Durée des impressions lumineuses. — Le *phénakisticope* de M. Plateau.

L'audition. — Les vibrations de l'air agissant sur le nerf acoustique sont la cause de la production des sons. — Description de l'oreille. — L'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. — C'est dans l'oreille moyenne et l'oreille interne que sont logés les organes de l'audition. — La trompe d'Eustache, ou le canal de commu-

nication entre l'oreille et l'arrière-gorge. — Les osselets de l'ouïe. — Le labyrinthe et les canaux demi-circulaires. — Le liquide de Cotugno et l'épanouissement du nerf acoustique. — Exposé des différentes théories physiologiques de l'audition.— Idées de Blainville, de Dugès et de Breschet. — Théorie de M. Helmholtz. — Incertitude de la science touchant la véritable théorie de l'audition. — Les corps solides de la face et du crâne prennent-ils part aux vibrations sonores ? — Rôle des deux oreilles dans l'audition. — Comment peut-on percevoir simultanément une grande quantité de sons ? — Comparaison des deux sens de la vue et de l'ouïe. — Le sourd de naissance et le muet de naissance. — Cause de la surdi-mutité. — L'ouïe est le sens de la nuit.

L'ODORAT. — Description anatomique du nez. — La membrane pituitaire.—Les fosses nasales. — Distribution du nerf olfactif dans les fosses nasales. — Le sens de l'odorat inférieur, chez l'homme, à ce sens considéré chez les animaux. — La classification des odeurs n'est pas possible. — Le système nerveux est impressionné très-différemment chez les individus. — Curieux exemples historiques de ce fait. — La forme du nez est un caractère physiognomonique, tant pour les nations que pour les caractères individuels. — Lavater et son ouvrage sur la *Physiognomonie*.

LE GOUT. — Structure anatomique de la langue. — La membrane muqueuse linguale et les papilles linguales. — Le nerf lingual et le nerf glosso-pharyngien. — Le siége du goût paraît résider surtout à la base de la langue et dans une partie de l'arrière-gorge. — Quantité de matière nécessaire pour impressionner l'organe du goût. — On ne sait rien sur la cause des saveurs, la sensation du goût étant constamment mêlée à celle de l'odorat. — Manière d'avaler impunément les breuvages désagréables. — Les antipathies du goût. — Nécessité de s'habituer de bonne heure à triompher de la répugnance et des préjugés concernant les substances alimentaires. —La viande de cheval. — Classification des saveurs. — Le sens du goût aux différents âges. — Le sens du goût décelant les substances vénéneuses. — Le goût est le sens des nations civilisées.

LE TACT. — Le tact s'exerce par tous les points de la surface de la peau. — Structure anatomique de la peau : épiderme et derme. — Les corpuscules du tact — Difficulté d'expliquer la sensation du tact. — Chez l'homme, la main est l'organe spécial du tact, mais les autres parties du corps peuvent, au besoin, la remplacer. — Idées des anciens sur la main. — Aristote et Galien. — Description de la main et analyse de cet organe par Galien, dans son ouvrage *De usu partium*. — Un mot sur Galien. — Les philosophes et encyclopédistes de dix-huitième siècle, Helvétius et Buffon, ont exagéré l'importance de la main et du toucher comme origine de l'intelligence. — L'intelligence de l'homme n'est point la conséquence de la perfection de sa main.

Nous venons de voir que le système nerveux cérébro-spinal préside aux sensations et aux mouvements volontaires. Comme suite au système nerveux, nous devons donc étudier maintenant les *sens*, par lesquels le cerveau a la sensation et la conscience des choses extérieures, et les *mouvements*, par lesquels, sous l'incitation du cerveau ou de la moelle épinière, nous nous déplaçons, ou mettons en action une partie ou la totalité de notre corps.

Les *sens* par lesquels nous percevons les impressions du dehors, sont en nombre très-limité. La vue, l'ouïe, l'odorat, le goût,

le toucher, à cela se réduisent les sens chez l'être humain. On n'a pu ni étendre, ni diminuer ce nombre, quelque effort que l'on ait fait pour combiner ensemble deux de ces sens, ou pour en chercher un sixième. Le dénombrement de nos sens, qui remonte aux premiers philosophes observateurs, et qu'Aristote leur avait emprunté, persiste donc aujourd'hui tel qu'il avait été fixé à l'origine de la science.

Nous allons passer en revue chacun de nos sens et expliquer leur mécanisme physiologique.

LA VUE

La *vue* est le plus important de nos sens. Les yeux, par lesquels elle s'exerce, sont placés presque au sommet du corps, pour dominer sur un très-grand nombre d'objets à la fois. *Os homini sublime dedit*, a dit Ovide.

Les yeux sont logés dans deux cavités osseuses, nommées *orbites*. La base de la cavité de l'orbite est coupée obliquement en dehors, et sa paroi externe osseuse semble fuir le centre du crâne. Par cette disposition, le globe de l'œil n'étant soutenu en dehors que par des parties molles, nous pouvons voir les objets placés latéralement, sans qu'il soit nécessaire que nous tournions la tête.

Il faut considérer dans l'organe de la vue deux parties bien distinctes : 1° les moyens de protection et de défense du globe de l'œil ; 2° le globe de l'œil lui-même.

Occupons-nous d'abord des parties qui servent à protéger le globe de l'œil, pour le soustraire, pendant certains intervalles de temps, à l'influence de la lumière, ou pour faciliter l'exercice de ses fonctions. On comprend sous ce titre : les *sourcils*, les *cils*, les *paupières* et les *voies lacrymales*. C'est ce que Haller appelait *tutamina oculi* (les moyens de défense de l'œil).

Les *sourcils*, qui surmontent la paupière, ont pour destination d'atténuer la vivacité de la lumière, en absorbant une partie de ses rayons. Cette absorption lumineuse est d'autant plus complète que la saillie des sourcils est plus considérable et que leur couleur est plus foncée. Lorsque nous passons subitement d'un

lieu obscur dans un lieu éclairé, pour défendre nos yeux d'une lumière éclatante et subite, nous *fronçons le sourcil*, c'est-à-dire que, par la contraction des muscles qui les font mouvoir, nous abaissons les sourcils et raccourcissons transversalement la peau, ce qui opère le redressement des sourcils, et forme comme un toit protecteur au-dessus de chaque paupière.

Chez certains peuples du Midi, on noircit les sourcils, pour qu'ils défendent mieux encore les yeux de l'action de la lumière.

Ce qui prouve que les sourcils ont bien l'usage que nous leur assignons, c'est que, lorsqu'elle ne nous arrive plus perpendiculairement ou obliquement, comme dans tout le cours de la journée, mais horizontalement, — ce qui n'a lieu qu'au coucher du soleil, alors que cet astre est au bord de l'horizon, — la lumière est presque impossible à suppporter. C'est que les sourcils ne peuvent défendre l'œil contre des rayons lumineux parallèles à l'horizon.

Les sourcils ont un autre usage : c'est de détourner de l'œil la sueur qui découle du front.

Ajoutons qu'ils concourent beaucoup à l'expression de la physionomie. Le sourire, la bienveillance, la gaîté, les élèvent et les dérident ; la colère, l'indignation, le chagrin, les passions tristes, les rapprochent ; et leurs mouvements, en général, modifient singulièrement l'expression de nos traits.

La destination des *paupières*, c'est d'abriter contre toutes les influences extérieures l'organe délicat dans lequel réside le plus important de nos sens. Chaque paupière est une sorte de voile membraneux tendu au-devant de l'œil, et qui peut alternativement le cacher ou le mettre à découvert. Ce voile membraneux devait être à la fois très-mobile et très-régulièrement tendu. Les muscles qui entrent dans la composition des paupières, et le petit cartilage placé dans toute la longueur de son bord libre, répondent à ces deux indications. Le *cartilage tarse* (c'est ainsi que l'on nomme le cartilage palpébral) maintient le voile bien tendu, et les muscles qui entrent dans la composition de la paupière, produisent ses mouvements si rapides.

De chacun des bords libres des paupières sortent les *cils*, petits poils recourbés, qui sont destinés, comme les sourcils, à atténuer l'éclat de la lumière, et, de plus, à empêcher les insectes ou les

corps étrangers qui flottent dans l'air, de venir tomber entre le globe de l'œil et la paupière.

L'usage principal des paupières, c'est, disons-nous, de soustraire l'œil à l'action continue de la lumière. Comme tous les autres organes, l'œil a besoin de réparer dans le sommeil les forces qu'il a perdues. Il ne pourrait jouir du repos qui lui est nécessaire si les rayons lumineux, en le frappant sans cesse, venaient perpétuellement exciter sa sensibilité. L'occlusion des paupières obvie à cet inconvénient.

Les observations pathologiques nous donnent la preuve de l'importance des paupières pour protéger le globe de l'œil contre la continuité de l'action lumineuse. Lorsque, par une blessure accidentelle, le bord d'une paupière a été enlevé, et qu'une partie du globe de l'œil est ainsi mise à nu, la partie du globe oculaire continuellement exposée à la lumière et à l'air s'irrite, s'enflamme, et devient le siège d'une ophthalmie, que l'on ne guérit qu'en provoquant, par une opération chirurgicale, la réunion de deux bords de la fente de la paupière, cause de la maladie.

L'ablation des paupières était un des supplices imaginés par la barbarie des anciens peuples. Les malheureux prisonniers auxquels on coupait les paupières, étaient en proie à une insomnie absolue. A la suite de l'irritation continuelle déterminée par l'air et la lumière, les yeux s'enflammaient, l'inflammation se propageait au cerveau, et la malheureuse victime de ce cruel supplice expirait au milieu des plus affreux tourments.

C'est ainsi que périt, entre les mains des Carthaginois, le consul romain Régulus, qui a laissé à l'histoire le souvenir de sa magnanime fidélité à la parole jurée.

On sait que Régulus, après avoir vaincu les Carthaginois sur leur territoire, fut fait prisonnier, et envoyé à Rome par le gouvernement de Carthage (250 ans avant J.-C.) pour traiter d'un échange de prisonniers. Mais Régulus conseilla au Sénat de refuser les propositions de Carthage. Ensuite, fidèle à sa parole, et malgré les supplications du Sénat, des préteurs et de sa famille, il revint se livrer aux mains des vainqueurs, qui le firent périr par le barbare supplice de l'ablation des paupières.

Ce n'est pas seulement contre l'action continuelle de la lumière que les paupières protègent nos yeux : elles les défendent encore du contact des corps étrangers. A peine un objet quelconque me-

nace-t-il d'atteindre le globe oculaire, qu'aussitôt un mouvement, prompt comme la pensée, rapproche les paupières d'une façon automatique, c'est-à-dire indépendante de la volonté.

Le globe de l'œil est humecté sans cesse d'un liquide aqueux, dont la présence est nécessaire à ses fonctions. Mais il faut que ce liquide se renouvelle constamment, car il se vaporise sans cesse, par suite de son exposition à l'air sur une large surface.

On appelle *larmes* le liquide aqueux qui humecte constamment le globe de l'œil. La continuelle évaporation des larmes est compensée par leur continuelle sécrétion.

On appelle *glande lacrymale* l'organe qui sécrète les larmes. La glande lacrymale (fig. 106) est un petit corps caché dans une fossette, qui se trouve elle-même à la partie antérieure et externe de la voûte osseuse de l'orbite. Elle déverse le liquide lacrymal par sept ou huit petits tuyaux, s'ouvrant par de très-petits orifices à la face interne de la paupière supérieure.

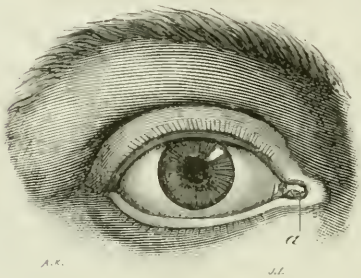


Fig. 106. L'œil et la caroncule lacrymale.
a. Caroncule lacrymale.

La découverte de la glande lacrymale ne remonte qu'au dix-septième siècle. Les anciens n'ont eu aucune connaissance de l'organe sécréteur des larmes. Ils croyaient qu'elles transsudaient du globe de l'œil. D'aucuns même les faisaient venir du cerveau. Ce fut l'anatomiste Nicolas Sténon, dont nous avons parlé à propos des glandes salivaires, qui découvrit sur le bœuf les conduits excréteurs de la glande lacrymale. Hunter et Monro reconnurent ensuite l'existence des mêmes conduits dans l'œil humain.

Le liquide lacrymal qui coule sans cesse, en petite quantité, le long du globe de l'œil, est étendu au devant de ce globe par les mouvements alternatifs des paupières. L'interposition de ce liquide adoucit les frottements, et empêche l'organe de la vue de se dessécher dans sa partie exposée à l'air.

Ce qui prouve que le liquide lacrymal s'évapore sans cesse de la surface du globe de l'œil, c'est le larmoiement qui survient chez certaines personnes, lorsque l'atmosphère étant trop humide, trop chargée de vapeurs d'eau, se prête mal à

évaporation. Par les temps froids et humides, il arrive souvent que les yeux, sans cause apparente, se remplissent de larmes.

Dans l'état physiologique, les larmes, à mesure qu'elles ont arrosé le globe de l'œil, coulent de dehors en dedans, et se dirigent vers l'angle interne des paupières, en suivant la pente d'une espèce de sillon trangulaire formé par la réunion des paupières.

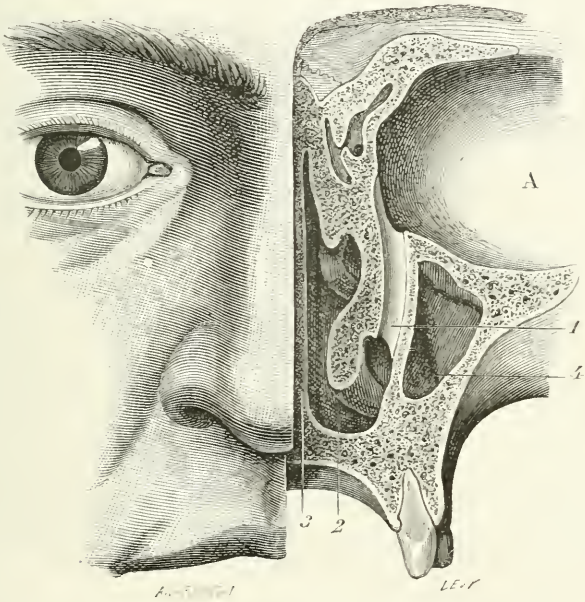


Fig. 107. Coupe des os de la face, montrant le canal lacrymal et les fosses nasales.

A. Orbite oculaire. — 1. Canal lacrymal. — 2. Fosses nasales. — 3. Cloison des fosses nasales. — 4. Sinus maxillaire.

Une fois parvenues à l'angle interne des paupières, les larmes se réunissent dans une sorte de cul-de-sac, nommé *sinus lacrymal*, petit espace résultant de l'écartement des bords des paupières par la présence en ce point d'un amas muqueux, recouvert d'un repli de la conjonctive, repli que l'on désigne sous le nom de *caroncule lacrymale*, et que l'on voit représenté sur la figure 107 (*a*).

Du *sinus* ou *cul-de-sac lacrymal*, les larmes coulent, par un

petit conduit, nommé *canal lacrymal*, qui est creusé dans l'épaisseur même de l'os, et tombent dans les fosses nasales.

La figure 107 montre, grâce à une coupe verticale des os de la face, le *canal lacrymal* et sa communication directe avec les fosses nasales.

En se mêlant au mucus nasal, les larmes en augmentent la quantité et le rendent plus fluide.

Ainsi, les larmes font un continuel voyage de la glande lacrymale au globe de l'œil, et du globe de l'œil aux fosses nasales. Même pendant le sommeil, ce liquide est sécrété, et coule dans les fosses nasales.

Lorsque, sous l'influence d'une passion triste ou d'une émotion subite, les larmes sont sécrétées avec une extrême abondance, elles ne peuvent plus suivre leur cours naturel. Alors, le canal lacrymal étant trop étroit pour donner issue à cette grande quantité de liquide, les larmes inondent les joues et baignent tout le visage.

Ce qui arrive sous l'influence de la douleur ou du chagrin, peut être produit par une cause pathologique. A la suite d'une blessure, par la présence d'un corps étranger, ou par un accident quelconque, une partie du canal lacrymal peut se trouver obstruée. Alors le liquide lacrymal ne trouvant plus son issue naturelle se déverse à l'extérieur et coule sur les joues.

L'obstruction des voies lacrymales constitue une véritable maladie : la *fistule lacrymale*, et l'intervention du chirurgien est nécessaire pour la guérir. Un instrument particulier, le *stylet de Méjan*, dont on a beaucoup varié les formes, et qui consiste surtout en une petite cannule d'argent, que l'on introduit de haut en bas dans le conduit lacrymal, sert à désobtruer ce conduit et à rendre aux larmes leur cours naturel.

Dans l'ophthalmie (c'est-à-dire l'inflammation de la membrane muqueuse de l'œil que l'on nomme la *conjonctive*), l'irritation de la conjonctive et sa sensibilité exaltée se transmettent à la glande lacrymale. Cette glande exagère alors sa sécrétion, et en même temps la composition chimique des larmes s'altère[1].

1. La composition chimique des larmes est la suivante, d'après M. Fremy :

Eau	982
Albumine	5
Sel marin	13
Autres sels minéraux	traces.
	1000

Ainsi s'explique l'abondance des larmes dans l'ophthalmie, et la sensation d'ardeur qu'occasionne sur les parties enflammées la présence des larmes, qui contiennent alors une proportion de sels minéraux plus grande qu'à l'ordinaire.

En résumé, défendre le globe de l'œil contre l'impression irritante de la lumière et de l'air, faciliter le glissement des paupières, adoucir les frottements entre les paupières et le globe de l'œil, tels sont les usages du liquide lacrymal.

Des glandes particulières, les *glandes de Meibomius*, qui sont placées sur les bords libres des paupières, sécrètent une humeur grasse et huileuse, dont le rôle n'est pas bien connu, et que l'on appelle vulgairement *chassie*. Cette humeur grasse forme, par son évaporation et sa dessiccation pendant le sommeil de la nuit, ces espèces d'écailles que l'on détache quand on se frotte les yeux au moment du réveil.

Un état pathologique de l'œil peut exagérer la sécrétion des glandes de Meibomius, dont le produit se concrète, et s'amasse alors, pendant le jour, aux bords des paupières. Les yeux qui deviennent *chassieux* pendant le jour sont affectés de maladie siégeant dans les paupières.

Toutes ces parties accessoires, ces *tutamina oculi*, calculées avec tant de prévoyance pour défendre le globe de l'œil des atteintes extérieures, donnent une idée suffisante de l'importance et de la délicatesse de l'organe lui-même, que nous avons maintenant à décrire.

Si on voulait ne considérer dans le globe de l'œil que ses fonctions visuelles, et le réduire à son rôle physiologique, on pourrait dire que le *cristallin* représente à lui seul l'organe de la vue. Mais l'espèce de lentille vivante qui compose le cristallin, a besoin, comme, du reste, la lentille de cristal de nos instruments d'optique, d'être entourée d'enveloppes diverses, qui servent à la fois à la soutenir et à l'enfermer dans une sorte de chambre obscure, où doivent se rassembler, en un faisceau unique, les rayons lumineux venus de l'extérieur. De là l'extrême complication que présente le globe de l'œil, organe qui se compose d'une série de parties que nous allons énumérer, d'après la coupe verticale que représente la figure 108.

Une première enveloppe dure, consistante et d'un tissu mem-

braneux, nommée la *sclérotique*, soutient toutes les parties du globe oculaire.

La sclérotique est doublée d'une seconde membrane, plus mince, nommée la *choroïde* (du grec χοῖρος, noir). C'est une espèce de tunique noirâtre qui tapisse l'intérieur de la sclérotique, et qui, par sa couleur sombre, fait de l'intérieur de l'œil une véritable chambre obscure.

Disons pourtant que la sclérotique n'entoure pas entièrement la partie antérieure de l'œil. Elle est remplacée, en ce point, c'est-à-dire dans la partie qui envisage la lumière, par une membrane éminemment translucide, diaphane, qu'on appelle la *cornée transparente*, ou plus simplement la *cornée*. Enchâssée dans la partie antérieure de la sclérotique, et faisant même saillie sur sa courbure, la cornée laisse pénétrer les rayons lumineux à l'intérieur de l'œil.

Quelques personnes appellent la cornée la *vitre de l'œil*. L'expression, pour être triviale, n'en est pas moins juste.

Quand on a vu l'intérieur d'une lunette de spectacle, d'une longue-vue, ou d'un instrument d'optique analogue, on sait qu'il y a toujours, à l'intérieur du tuyau, un disque percé à son centre, qui a pour objet de ne laisser passer qu'un faible faisceau des rayons lumineux et de rejeter les autres rayons, c'est-à-dire ceux qui n'arriveraient pas directement dans l'axe de la lentille réfringente placée à l'autre bout de l'instrument. Ce diaphragme existe dans l'œil humain, le plus admirable instrument d'optique que l'on puisse imaginer. Il consiste en une membrane transparente, que l'on nomme *iris*, espèce de cloison qui est enchâssée, comme la *cornée transparente*, dans l'ouverture antérieure de la sclérotique, et qui est percée d'une ouverture arrondie. Cette ouverture, c'est la *pupille*.

Le diaphragme naturel que forme la membrane iris est bien supérieur à celui que nos opticiens placent dans les instruments d'optique, car il a la faculté de se dilater ou de se resserrer de lui-même, d'après la quantité de lumière qui lui arrive, et de rétrécir ou d'augmenter ainsi, selon les besoins, l'ouverture que l'on nomme la *pupille*.

Derrière l'iris, à environ à une demi-ligne de distance, vers l'union du quart antérieur du globe de l'œil avec ses trois quarts postérieurs, se trouve la lentille réfringente dont la nature a doté l'homme et les animaux supérieurs. On appelle cette len-

tille naturelle le *cristallin*, en raison de sa ressemblance avec le cristal.

Le cristallin, placé en face de l'ouverture de l'iris, est un corps solide, transparent, contenu dans une capsule membraneuse, de forme lenticulaire, transparente elle-même, et fixée à la place qu'elle occupe par son adhérence aux membranes du globe de l'œil.

Notons qu'il existe entre la cornée transparente et le crisiallin un petit intervalle libre, qui est occupé par de l'eau à peu près pure. L'*humeur aqueuse*, tel est le nom que l'on donne commu-

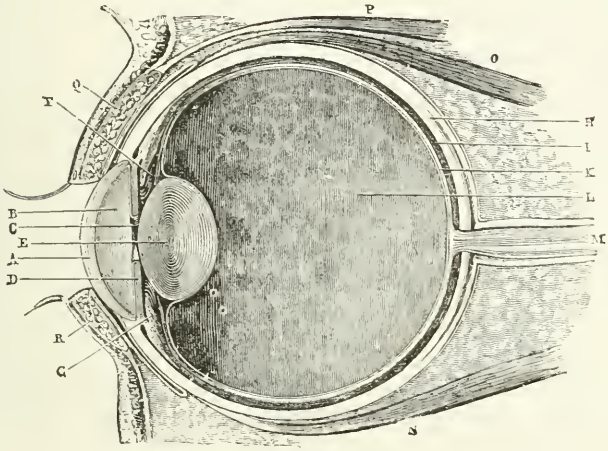


Fig. 108. Coupe verticale du globe oculaire.

A. Cornée transparente. — B. Espace contenant l'humeur aqueuse. — C. Pupille. — D. Iris. — E. Cristallin. — G. Cercle ciliaire. — H. Sclérotique. — I. Choroïde. — K. Rétine. — L. Corps et humeur vitrés. — M. Nerf optique. — N. Muscle droit inférieur. — O. Muscle droit supérieur. — P. Muscle élevateur de la paupière. — Q. Glandes lacrymales. — R. Conduit lacrymal.

nément au liquide incolore qui remplit le petit espace que nous signalons. Les physiciens appellent cet espace *chambre antérieure de l'œil;* mais les anatomistes ne la mentionnent pas, parce que cette prétendue chambre ne joue aucun rôle important dans l'acte de la vision, et que l'humeur aqueuse elle-même manque souvent.

Après le cristallin, vient un espace fort étendu, car il occupe les trois quarts postérieurs de la profondeur de l'œil. Cet espace est rempli par un liquide, non pas tout à fait libre,

mais logé dans les cellules d'une membrane extrêmement fine, qu'on nomme *membrane hyaloïde*. Le liquide qui remplit l'espace faisant suite au cristallin, s'appelle l'*humeur vitrée*.

Enfin, après l'humeur vitrée vient une membrane toute tissée de substance nerveuse, car elle résulte uniquement, comme nous l'avons dit en parlant des nerfs crâniens, de l'extension, de l'épanouissement du nerf optique. C'est la *rétine*, c'est-à-dire la membrane nerveuse qui reçoit l'impression de la lumière, but final du système compliqué que nous venons d'analyser.

En résumé, la partie translucide du globe de l'œil présente la succession suivante, en allant d'avant en arrière, dans l'axe visuel (fig. 108) :

La *cornée transparente*, A;
L'*humeur aqueuse*, B ;
L'*iris*, D, et son ouverture centrale, ou *pupille*, C;
Le *cristallin*, E ;
L'*humeur vitrée*, L ;
La *rétine*, K.

Derrière la rétine, toujours dans l'axe visuel, on voit reparaître ce qui appartient aux parties opaques de l'œil, et que nous avons déjà signalé, à savoir : la *choroïde*, I, dont l'enduit noirâtre absorbe les rayons qui ont pu traverser la *rétine*, membrane qui par elle-même est toujours diaphane; puis la *sclérotique*, H; enfin, le *nerf optique*, M, qui pénètre dans le globe de l'œil, pour s'épanouir en formant la rétine.

Quelques détails sont nécessaires pour faire comprendre le rôle que jouent dans la vision les différentes parties du globe oculaire que nous venons d'énumérer.

La *cornée transparente*, qui est enclavée dans le vide antérieur de la sclérotique, comme le verre d'une montre dans la châsse de son couvercle, est une membrane assez résistante. Elle contient le liquide que nous avons nommé *humeur aqueuse;* mais comme nous l'avons dit, ce liquide n'existe pas toujours, et sa présence n'est pas indispensable au mécanisme de la vision. L'humeur aqueuse n'est autre chose que de l'eau exhalée des membranes séreuses de l'œil et contenant en dissolution un peu d'albumine et de sels.

Le *cristallin* est un des organes les plus merveilleux qu'ait fa-

çonnés la nature. Si les anciens physiciens en avaient fait une étude approfondie, ils auraient découvert, à son aide, les véritables lois de la lumière, et ils auraient même pu construire les instruments d'optique, qui n'ont pris naissance qu'au dix-septième et au dix-huitième siècle. Non-seulement, en effet, le cristallin produit l'effet des lentilles réfringentes de nos lunettes, et donne, au fond de l'œil, une image raccourcie et renversée des objets extérieurs, mais il produit, comme nous le verrons plus loin, le délicat phénomène de l'*achromatisme*, c'est-à-dire qu'il corrige par lui-même la décomposition de la lumière, effet fâcheux, que l'on ne combat, dans nos instruments d'optique, que par des moyens artificiels compliqués. Le cristallin produit encore, comme nous le verrons plus loin, l'*accommodation de l'œil*, c'est-à-dire la vision aux plus grandes distances, comme aux distances les plus rapprochées.

Renfermé dans la capsule membraneuse qui le fixe aux membranes intérieures de l'œil, le cristallin est composé d'une série de couches, qui augmentent de consistance en allant du dehors au dedans. Molles et demi-liquides à l'extérieur, les couches concentriques qui composent ce globule vivant, augmentent de consistance à mesure qu'elles se rapprochent du centre, et elles forment en ce point une espèce de noyau solide.

La variation de densité des couches du cristallin est une particularité dont nos lecteurs ont pu se convaincre plus d'une fois par eux-mêmes. Quand on froisse entre les doigts le cristallin extrait de l'œil d'un poisson cuit, servi sur la table, on sent fort bien que les couches extérieures cèdent, s'écoulent, et laissent un noyau compact, qui est la partie centrale et dure de cette lentille naturelle.

La *rétine* est, après le cristallin, la région la plus intéressante de l'œil interne. C'est, comme nous l'avons dit, le nerf optique qui forme la rétine, en s'épanouissant, après avoir percé la sclérotique et pénétré dans le globe de l'œil. La rétine est une membrane très-mince qui s'étale sur la choroïde en arrière, et qui est en contact, en avant, avec la surface convexe du corps vitré.

Toute l'étendue de la rétine peut recevoir l'impression de la lumière. On a cependant signalé un point d'où la sensibilité lumineuse paraît absente, et que l'on a appelé pour cela *punctum cæcum* (point aveugle).

Le nerf optique, l'un des plus volumineux des nerfs crâniens, paraît une continuation immédiate des fibres nerveuses du cerveau.

Connaissant maintenant la disposition de toutes les parties du véritable instrument d'optique que représente l'œil humain, nous pouvons analyser le mécanisme de la vision.

La physique nous enseigne que chaque point d'un objet éclairé envoie des rayons lumineux divergents, lesquels, à partir de ce point, forment de véritables cônes lumineux, le sommet du cône appartenant au point considéré. C'est donc un faisceau de rayons divergents que chaque point d'un objet envoie à la surface de l'œil.

Tous les rayons par trop divergents, c'est-à-dire ceux qui tombent hors de la cornée transparente, sur les sourcils, les paupières ou la sclérotique, sont perdus pour la vision. Nous n'avons donc à considérer, pour expliquer le phénomène de la vision, que les rayons lumineux qui viennent frapper les parties transparentes du globe oculaire.

La figure 109 permettra de suivre cette analyse du phénomène physique de la vision.

Les rayons qui ont traversé la cornée transparente, *f*, commencent à perdre de leur divergence ; ils éprouvent une certaine réfraction, proportionnée à la puissance réfringente de cette membrane (car la cornée jouit d'un certain pouvoir réfringent, et sa convexité ajoute encore à l'effet de réfraction). Ainsi rapprochés légèrement de la perpendiculaire, les rayons lumineux traversent l'*humeur aqueuse*, contenue dans l'espace *g*. L'humeur aqueuse ne leur fait pas éprouver de grandes modifications, soit parce qu'elle forme une couche peu épaisse, soit parce qu'elle réfracte la lumière à peu près comme la cornée.

Mais ici les rayons lumineux rencontrent la membrane *iris*, G, que nous avons appelée un diaphragme naturel, et ce diaphragme produit son office ordinaire. Les rayons excentriques du faisceau lumineux qui tombent sur l'iris, ne peuvent pénétrer à l'intérieur de l'œil : ils sont réfléchis et renvoyés au dehors. Seuls les rayons lumineux placés au centre du faisceau traversent l'ouverture centrale de l'iris, c'est-à-dire la *pupille*, et pénètrent jusqu'au fond de l'œil.

Arrêtons-nous un instant sur ces rayons lumineux qui, tombant sur la membrane *iris*, sont réfléchis à la surface de cette membrane et renvoyés au dehors. Nous surprendrons peut-être beaucoup nos lecteurs et lectrices, en disant que la couleur de leurs yeux dépend uniquement de cette réflexion opérée à la surface de l'*iris*. Cette membrane est, par elle-même, transparente et sans couleur ; mais elle est appliquée sur la membrane colorée que nous avons appelée la *choroïde* (*b*). C'est la couleur plus ou moins foncée de la choroïde, vue à travers l'iris, au moyen des rayons lumineux qui vont s'y réfléchir, qui communique aux yeux leur couleur particulière. Une choroïde forte-

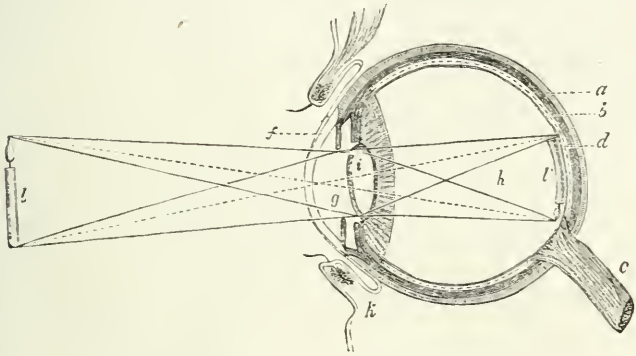


Fig. 109. Phénomène physique de la vision.

a. Sclérotique. — *b*. Choroïde. — *c*. Nerf optique. — *d*. Conjonctive. — *f*. Cornée transparente — *g*. Humeur aqueuse. — *h*. Humeur et corps vitrés. — *i*. Cristallin. — *k*. Paupière inférieure — *l*. Corps lumineux dont l'image renversée se peint sur la rétine, en *l'*.

ment éclairée, qui laisse apercevoir sa nuance brune à travers l'iris, donne les *yeux noirs*, les yeux de couleur foncée. Si la choroïde est pâle et sans couleur, on n'aperçoit à travers la transparence de l'iris qu'une nuance affaiblie, laquelle, grâce à un léger effet de décomposition de la lumière, donne une apparence bleue, et ainsi se produisent les *yeux bleus*.

On nous pardonnera cette prosaïque analyse. La froide dissection que se permet la physiologie de l'un des plus beaux attributs de la physionomie humaine, n'empêche aucunement de trouver du charme aux yeux bleus, de la douceur aux yeux châtains et de la beauté aux yeux noirs.

Suivons la marche des rayons lumineux qui, faisant partie du centre du faisceau, ont traversé la pupille et pénétré au fond de l'œil. Mais faisons auparavant remarquer que la pupille a le

précieux privilège de s'agrandir ou de se rétrécir, par les contractions de l'iris, selon l'intensité de la lumière. C'est la rétine qui, désagréablement affectée par l'éclat d'une trop vive lumière, provoque, par une *action réflexe*, ainsi qu'il a été expliqué dans le chapitre précédent, le resserrement de la pupille, ou, à l'opposé, provoque sa dilatation quand la lumière est insuffisante. Dans ce dernier cas, par exemple, quand nous passons subitement de la lumière à l'obscurité, la pupille s'agrandit considérablement ; elle s'ouvre le plus possible, pour admettre dans l'œil les quelques rayons lumineux qui peuvent pénétrer dans cet espace obscur.

Certains agents médicamenteux accroissent considérablement la dilatation de la pupille, c'est-à-dire les mouvements de dilatation de l'iris. Le suc d'une plante de la famille des Solanées, la belladone, est dans ce cas. Si l'on exprime une belladone fraîche, de manière à recueillir son suc, ou à défaut, si l'on délaye dans l'eau un peu d'extrait de belladone, et qu'on instille dans l'œil quelques gouttes de ce liquide, on trouve, au bout d'un quart d'heure, la pupille de l'œil démesurément agrandie.

L'instillation de quelques gouttes de suc de belladone sur la cornée transparente est l'acte par lequel le chirurgien prélude toujours à l'opération de la cataracte. On sait que, pour faire cette opération, il faut introduire une aiguille acérée à l'intérieur de l'œil, à travers la pupille, afin de détruire le cristallin, devenu opaque ou qui s'est altéré par l'effet de l'âge ou de la maladie. En agrandissant ainsi artificiellement, c'est-à-dire par l'influence de la belladone, l'ouverture de la pupille, qui doit donner accès à l'aiguille du chirurgien, on facilite les manœuvres qu'il faut accomplir à l'intérieur de l'œil pour se débarrasser d'un cristallin malade ou dénaturé.

Les mouvements de contraction ou de dilatation de l'iris sont dus à de petites fibres musculaires qui existent dans cette membrane, les unes rayonnantes, destinées à dilater la pupille, les autres circulaires, servant à la rétrécir.

Les fibres musculaires de l'iris ont été décrites par Haller, d'après les anatomistes de son temps.

Les rayons qui ont franchi l'ouverture de la pupille et traversé l'humeur aqueuse, qui ne leur a fait éprouver, avons-nous dit, aucune modification appréciable, rencontrent le cristallin (*i*, fig. 109), qui, par son pouvoir réfringent particulier, par sa

forme lenticulaire, par l'augmentation de densité de ses couches de la circonférence au centre, réfracte puissamment les rayons et les rapproche de la perpendiculaire. Ils sortent du cristallin en convergeant les uns vers les autres, et pénètrent dans l'humeur vitrée (*h*, fig. 109), laquelle, terminée par une surface concave, du côté du cristallin, augmente encore la convergence des rayons. Ainsi réunis en un faisceau unique résultant de la convergence de tous ceux qui ont pénétré dans l'œil, en partant

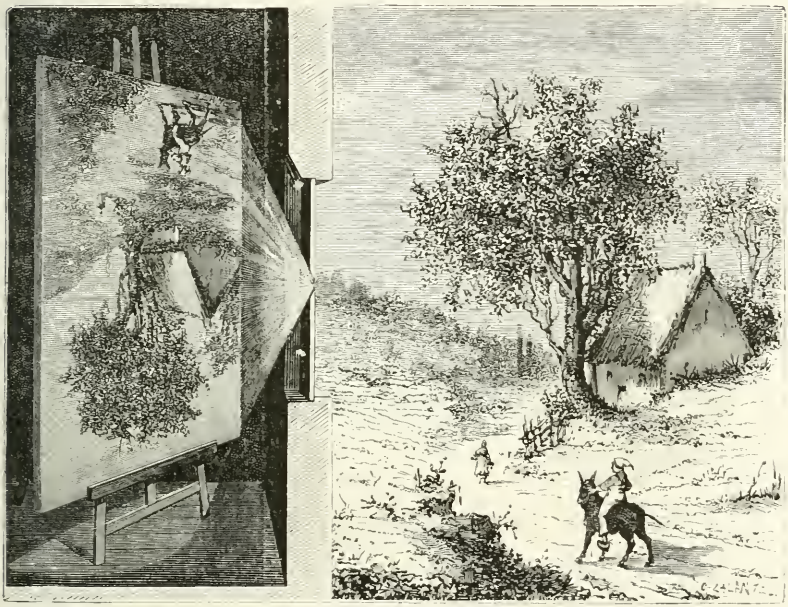


Fig. 110. Effet de la chambre obscure des physiciens : image renversée d'un paysage.

de l'objet considéré, les rayons lumineux viennent frapper la rétine en un point, et donnent sur ce point de la rétine l'impression (*l'*) de l'objet extérieur (*l*).

Mais un fait capital doit être noté maintenant. Quand on reçoit dans la chambre obscure des physiciens l'image d'un objet extérieur produite sur un écran par la lentille convergente, l'objet vient se peindre renversé sur l'écran. On voit l'image d'une église, par exemple, avec le clocher en bas et le portail en haut, un homme les pieds en l'air et la tête en bas. C'est ce que met en évidence la figure 110. Notre œil n'étant autre chose qu'une

chambre obscure naturelle, c'est-à-dire qu'une boîte fermée contenant un diaphragme (l'*iris*), une lentille convergente (le *cristallin*) et un écran (la *rétine*), l'image doit être renversée sur la rétine. C'est en effet ce qui arrive.

On a longtemps mis en doute que les objets extérieurs viennent former sur la rétine une image renversée, mais l'expérience directe a complètement justifié le raisonnement fait *à priori* par les physiciens. Prenez l'œil d'un bœuf récemment tué, débarrassez la partie postérieure de ce globe de toutes les parties autres que la rétine, en raclant ces parties avec beaucoup de précaution, jusqu'à ce que vous soyez arrivé à la rétine. Disposez alors au devant de l'œil du bœuf une lumière d'une certaine intensité, un bec de gaz par exemple, et grâce à la demi-

Fig. 111. Renversement de l'image d'un objet, manifesté sur la rétine de l'œil d'un bœuf.

transparence de la rétine, vous verrez, à travers l'épaisseur de cette membrane, se reproduire sur cet écran naturel l'image de l'objet lumineux, mais l'image renversée (fig. 111). C'est une jolie expérience, que l'on exécute dans les cours de physique et de physiologie.

Magendie faisait cette expérience avec l'œil d'un animal *albinos*, celui d'un lapin blanc par exemple, dont la sclérotique et la choroïde sont transparentes toutes les deux. La flamme d'une simple bougie se voyait ainsi renversée sur la rétine.

Il est donc vrai que l'image des objets qui se peignent au fond de notre œil, est renversée.

Il n'est pas moins vrai pourtant que nous voyons les objets droits.

On a longtemps hésité sur l'explication à donner de ce fait

Le physiologiste allemand J. Müller, et plusieurs autres d'ailleurs, ont dit que nous voyons les objets renversés, mais que, comme tout se présente à nous dans la même position, en réalité tout est renversé, et par conséquent rien n'est renversé, les idées de haut et de bas, de droite et de gauche, n'existant que par opposition les unes aux autres.

Longet a donné, après beaucoup d'autres physiologistes, l'explication du même phénomène d'une manière qui satisfait davantage, car elle est l'expression des lois de la physique. Sans doute, dit Longet, les objets sont peints renversés au fond de notre œil, mais nous ne pouvons voir ces objets que sur le prolongement rectiligne de chacun des rayons lumineux qui ont frappé la rétine. Nous voyons tous les points de cette image

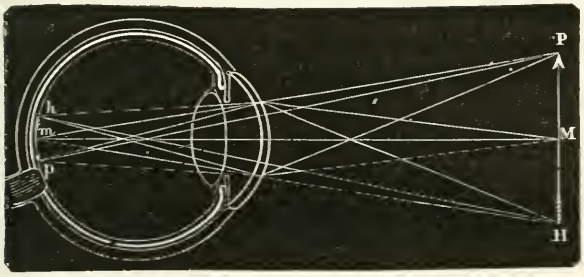


Fig. 112. Effet de renversement de l'image d'un objet extérieur au fond de l'œil.

H M P. Rayons lumineux partant d'un objet. — *h m p*. Rayons lumineux réfractés à l'intérieur de l'œil et peignant sur la rétine l'image renversée de l'objet extérieur.

selon les lignes droites qui partent de la rétine pour aboutir à l'objet. Et c'est la vision sur ce prolongement rectiligne qui donne la vision droite (1).

La figure 112 fait comprendre comment l'objet extérieur qui vient se peindre renversé au fond de l'œil, peut être vu dans sa rectitude normale. L'objet P M H se peint renversé au fond de l'œil, en formant l'image *p m h* ; mais, comme la vision s'opère sur le prolongement rectiligne de chaque point qui part de la rétine pour aboutir à l'objet extérieur, on doit voir l'objet selon les lignes droites allant de *p* en P, et de *h* en H, et par conséquent redressé.

Un autre phénomène de la vision doit être expliqué ici. Nous

1. Longet, *Traité de physiologie*, tome II, page 827. 3e édition, 1873.

avons deux yeux, et la vision s'accomplit dans chacun de ces organes. Si l'œil droit voit un arbre, l'œil gauche le voit également. L'âme devrait donc avoir conscience de deux objets ; nous devrions voir deux arbres, au lieu d'un. On sait pourtant qu'il n'en est rien, et que les deux yeux ne nous donnent la sensation que d'un seul et même arbre. Comment expliquer que nous n'ayons la perception que d'une seule image, alors que l'image de cet objet se produit dans chacun de nos yeux, et que, par conséquent, il existe pour nous deux images ?

On explique la *vue simple à l'aide des deux yeux* par la symétrie des organes, qui fait que presque toutes les parties de notre corps se répètent exactement d'un côté et de l'autre. La rétine, qui reçoit l'impression des objets lumineux, est composée exactement de la même manière dans l'œil gauche que dans l'œil droit, l'épanouissement du nerf optique se faisant de la même manière dans les deux yeux. Sur la rétine de l'œil droit et sur la rétine de l'œil gauche il se forme, sans nul doute, une image distincte, mais ces deux images sont parfaitement identiques l'une à l'autre. Elles sont identiques par les dimensions et les couleurs, de telle sorte que la rétine transmet au nerf optique, et le nerf optique à l'encéphale, deux impressions en tout semblables de la même image. Dès lors l'encéphale confond en une seule ces deux impressions, et nous ne voyons qu'un seul objet.

Cette explication n'est pas du pur domaine de la métaphysique ; elle est l'expression des faits, et l'on peut en donner la preuve. Nous disons qu'on voit les objets simples, parce que la rétine est symétrique dans l'un et l'autre de nos yeux, et que dès lors les images s'y forment en des points rigoureusement correspondants. En effet, si nous dérangeons la correspondance des parties de nos deux rétines, en comprimant le globe de l'un de nos yeux, ou son angle externe, ce qui modifie la situation de la rétine, on verra deux images au lieu d'une. C'est que, l'un des deux globes oculaires étant ainsi dérangé de sa situation normale, les parties des deux rétines sur lesquelles viennent se peindre les deux images, ne sont plus les mêmes, et que chaque œil a dès lors la sensation d'un objet différent. C'est donc bien parce qu'elles se peignent sur des régions exactement correspondantes des deux rétines, que nous avons la vision simple avec les deux yeux.

Il est encore un phénomène de la vision qu'il importe d'ex-

pliquer. Nous disons que le cristallin est une lentille réfringente. Mais une lentille réfringente, qu'elle soit composée de cristal, d'un corps liquide ou d'un corps transparent quelconque, décompose la lumière, en même temps qu'elle la réfracte. On sait qu'un objet vu à travers une lentille, apparaît coloré sur ses bords, par suite de la décomposition d'une partie de la lumière qui a traversé la lentille. Comment se fait-il que nous n'apercevions jamais les objets avec les franges colorées, les bords irisés, qui résultent de la décomposition de la lumière? Comment se fait-il, pour employer le langage des physiciens, que l'œil soit *achromatique*, c'est-à-dire détruise l'effet de la décomposition de la lumière opérée par le cristallin?

L'inégale densité des couches qui composent le cristallin nous rend compte de ce résultat. Le cristallin est formé par l'assemblage de plusieurs couches de différentes densités, dont les unes réfractent la lumière et les autres la décomposent. Le physicien Dulong a prouvé que les couches différentes du cristallin ont pour résultat de recomposer, au centre de la lentille, la lumière qui a été décomposée sur ses bords.

L'*achromatisme de l'œil* n'est pas du reste aussi complet qu'on l'admettait autrefois. Arago, Fraunhofer et d'autres physiciens ont prouvé que, dans certaines conditions de la vision, les objets présentent des bandes colorées. Si, par exemple, on regarde à la fois un objet lointain, et un point imaginaire situé plus près, en même temps que l'image devient moins distincte, ses bords semblent colorés, irisés. On constate également les effets d'irisation en regardant un corps placé près de la cornée transparente, de manière à masquer une partie de la pupille.

Autre difficulté à résoudre. Comment se fait-il que nous voyions avec la même netteté les objets très-rapprochés et les objets très-éloignés? La théorie physique des instruments d'optique n'explique pas cette *accommodation* de l'œil aux différentes distances. En effet, lorsque l'image d'un corps vient se peindre sur l'écran d'une chambre noire, cette image n'est bien nette que si l'écran est placé exactement au foyer de la lentille. Pour recevoir sur un même écran l'image d'objets plus éloignés ou plus rapprochés, il faut éloigner ou rapprocher l'écran, afin de le mettre bien au foyer, c'est-à-dire au point précis où convergent tous les rayons réfractés par la lentille. Il en est tout

autrement pour l'œil humain. On sait bien que nous n'avons pas besoin, pour voir de près ou de loin, de rapprocher ni d'éloigner l'écran naturel que nous portons au fond de l'œil, c'est-à-dire la rétine. On sait bien que nous n'avons à faire aucun mouvement de l'œil ni de la tête pour voir à une petite comme à une grande distance. En d'autres termes, nous apercevons avec une égale netteté les objets placés loin ou près, et nous n'avons pas conscience d'accomplir le moindre effort pour nous procurer cette précieuse faculté de la vision à toutes les distances.

On discute depuis plus d'un siècle pour expliquer le curieux phénomène de l'*accommodation de l'œil*. On a longtemps professé que les muscles de l'œil ont le privilège, en comprimant le cristallin, de faire varier sa courbure, et de le rendre ainsi apte à voir les objets tantôt éloignés, tantôt rapprochés. Mais il est parfaitement démontré aujourd'hui que les muscles propres du globe de l'œil ne portent aucunement leur action sur le cristallin, et qu'ils agissent seulement sur le globe oculaire.

Quelques physiologistes ont prétendu que la rétine, comme l'écran de nos lanternes magiques, peut se rapprocher ou s'éloigner du cristallin ; mais l'anatomie dément cette assertion.

Une explication qui a réuni de nombreuses adhésions, c'est que l'ouverture de l'iris, la pupille, grâce aux fibres qui entrent dans son tissu, peut se rétrécir ou se dilater, selon la distance de l'objet à considérer.

Le physicien Helmholtz croit que la surface antérieure du cristallin augmente de convexité pour voir les objets de près, et s'aplatit pour voir les objets lointains. Il croit également que la pupille se resserre pour voir les objets rapprochés, et s'élargit pour voir aux grandes distances. On comprend que la pupille puisse se dilater ou se resserrer pour s'accommoder aux distances, puisqu'elle est pourvue de fibres contractiles; mais on ne comprend pas comment le cristallin pourrait modifier par lui-même sa courbure, alors qu'aucune fibre musculaire n'entre dans sa substance. Il est vrai que des travaux récents d'anatomie et de physiologie attribuent cet effet à l'action du muscle ciliaire.

Ce qui prouve néanmoins qu'aucune explication tirée de la physique ne peut rendre compte de l'*accommodation de l'œil*, c'est que nous percevons à la fois les objets lointains et les objets

rapprochés. Si l'œil exerçait un effort quelconque pour s'accommoder à la vision des objets ou éloignés ou rapprochés, si le cristallin devait diminuer ou augmenter sa convexité selon que l'objet est loin ou près, il ne pourrait évidemment accomplir ces deux efforts d'une manière simultanée : s'il s'aplatit, il ne peut, en même temps se bomber. Il est certain pourtant que du même regard nous voyons à la fois , sans aucun effort , sans aucune fatigue, les corps placés à 20, à 30, à 100 mètres, etc., et cela simultanément. Cette remarque prouve que le phénomène de l'*accommodation de l'œil*, en dépit des efforts des physiologistes, est encore inexpliqué.

Si les yeux ont une force de réfraction trop énergique, soit en raison de la trop grande courbure du cristallin ou de la cornée transparente, soit par l'excessive profondeur du globe oculaire, soit par la trop grande densité de l'humeur aqueuse ou de l'humeur vitrée, les rayons lumineux ayant leur foyer formé trop en avant de la rétine, ne donnent plus une image nette et précise. Si ce foyer est en avant de la rétine, les rayons s'entrecroisent, divergent de nouveau, et, tombant épars sur la rétine, n'y produisent qu'une sensation confuse.

On appelle *myopie* le défaut organique de la vision dans lequel on ne peut distinguer que des objets très-rapprochés, c'est-à-dire ceux qui envoient des rayons divergents, et qui ont, par conséquent, besoin, pour arriver au fond de l'œil, de rencontrer un cristallin jouissant d'une grande puissance de réfraction.

Un vice organique contraire, c'est-à-dire un cristallin peu convexe, une cornée transparente aplatie, un globe de l'œil court, ou des humeurs trop abondantes, ont pour résultat d'allonger le foyer des rayons visuels, de sorte que ce foyer tombe au delà de la rétine. Alors on est *presbyte*, on ne voit que des objets éloignés, parce que les rayons qui émanent de ces objets étant peu divergents, n'ont pas besoin d'être beaucoup réfractés.

Les figures 113, 114 et 115 mettent en évidence la situation du foyer visuel : 1° dans l'œil normal, 2° dans l'œil presbyte, 3° dans l'œil myope.

Dans la figure 113, la flèche qui représente l'objet considéré vient se peindre sur la rétine à la distance de la vue normale ; dans la figure 114, le foyer est plus rapproché et l'image de la flèche est formée trop en avant de l'œil pour que la vision soit

distincte : l'œil est myope. Dans la figure 115, l'image de la flèche est formée au delà de la rétine : l'œil est presbyte.

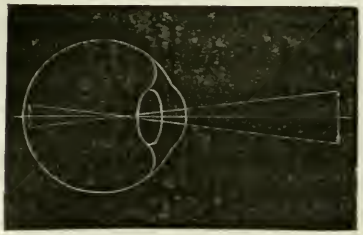


Fig. 113. Situation de l'image formée dans l'œil normal.

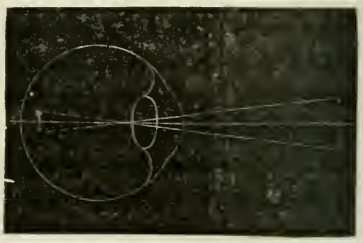


Fig. 114. Situation de l'image formée dans l'œil myope.

La portée de la vue à l'état normal, pour lire ou écrire, est d'environ 30 à 35 centimètres. Pour lire, le myope doit donc tenir son papier à une distance moindre de 30 centimètres, et le presbyte à une distance beaucoup plus grande, mais qui ne dépasse guère 75 centimètres, c'est-à-dire à peu près le double de la longueur de la vision normale. Quelquefois la myopie est si forte, qu'il faut rapprocher l'objet jusqu'au contact du nez, c'est-à-dire à 2 ou 3 centimètres de l'œil.

Il arrive souvent que la myopie n'existe que dans un œil, l'au-

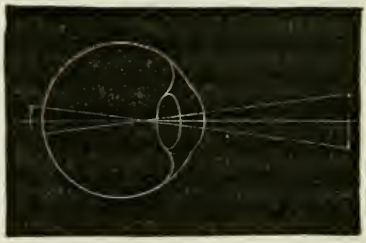


Fig. 115. Situation de l'image formée dans l'œil presbyte.

tre ayant la force de réfringence normale. Cette différence dans la portée des yeux est extrêmement commune. Elle passe habituellement inaperçue, parce que beaucoup de personnes ne se servent que d'un œil, sans s'en douter, un de leurs yeux étant myope ou presbyte et l'autre ayant la vision normale. Dès lors, c'est l'un ou l'autre œil qui fonctionne selon les besoins, et, nous le répétons, sans que l'individu s'en doute. L'égalité dans la portée des deux yeux est l'exception, et non la règle.

La myopie résulte quelquefois de la mauvaise habitude qu'on laisse prendre à l'enfant de regarder de très-près les objets qui excitent son attention. Alors le cristallin prend une plus grande concavité, la pupille se rétrécit, et cet organe s'habituant à cette constriction, la conserve dans la suite de l'âge. Pour prévenir cette vicieuse tendance, il ne faut présenter à l'enfant qu'à une assez grande distance les objets qui piquent sa curiosité.

La myopie est un vice congénital, mais la presbytie est le plus souvent un effet de l'âge. (C'est du reste ce qu'indique le nom même de *presbyte*, tiré du grec πρεσβύς, vieillard.) Avec le temps, les humeurs de l'œil se dessèchent, ou la convexité du cristallin diminue. De là résulte la disparition, ou, ce qui est plus fréquent, la diminution, de la myopie avec l'âge, et une tendance à la presbytie. Vers l'âge de soixante ans, il est rare qu'on ne soit pas un peu presbyte.

La science et l'art réunis ont réalisé un bienfait inappréciable pour remédier aux effets de la myopie et de la presbytie. Nous voulons parler des lunettes à l'usage des presbytes et des myopes, vulgairement nommées *besicles*.

Les figures 114 et 115, qui ont mis sous les yeux du lecteur la formation de l'image en avant du foyer de la rétine chez le myope, et la place de l'image de l'objet au delà de la rétine chez le presbyte, font, pour ainsi dire, comprendre d'avance le genre de lentilles ou de verres qu'il faut appliquer à la vue du myope et du presbyte pour lui permettre de voir les objets avec netteté. Au myope il faut donner des lunettes biconcaves, qui reculent le foyer visuel, et viennent le placer exactement sur la rétine. Le presbyte doit s'armer de verres biconvexes, qui fassent avancer le foyer, et le placent exactement sur la rétine.

La figure 116 fait comprendre le mécanisme optique des verres de myope et de presbyte.

Considérons d'abord l'effet des verres de myope.

Les rayons lumineux partis du point A (fig. 116), placé à la distance ordinaire et rendus divergents par l'effet du verre biconcave placé au devant de l'œil, vont former leur foyer sur la rétine, et paraissent venir dès lors du point A′, situé à portée de la vision existante du myope.

La même théorie, s'appliquant à l'effet des verres de presbyte, fait comprendre que les rayons lumineux partis du point A,

(fig. 117), situé à la distance ordinaire, et rendus convergents par la lentille biconvexe placée devant les yeux du presbyte, paraissent venir du point A′, situé à la portée de la vision distincte du presbyte.

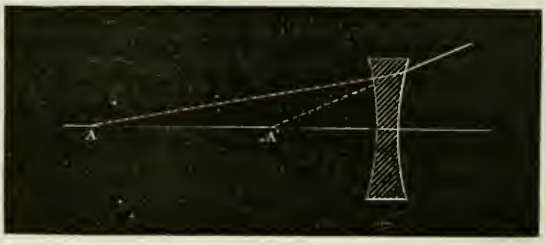


Fig. 116. Effet du verre de lunette biconcave à l'usage des myopes.

Nous disions tout à l'heure que la myopie est congénitale, mais que la presbytie est une infirmité résultant de l'âge, et que vers soixante ans il est rare que l'on ne soit pas un peu presbyte. Il faut alors se résigner à porter des lunettes biconvexes.

Quant aux lunettes à l'usage des myopes, il est sage de n'en point abuser, surtout pendant la jeunesse. Il est reconnu que l'usage des lunettes trop fortes aggrave la myopie. Les personnes qui regardent souvent au microscope, comme les natu-

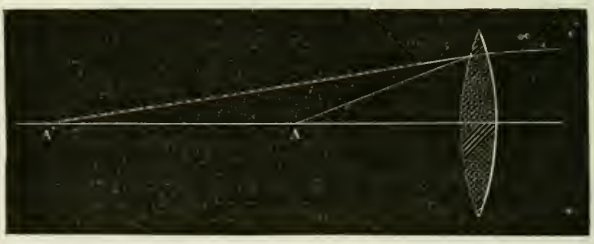


Fig. 117. Effet du verre de la lunette biconcave à l'usage des presbytes.

ralistes, ainsi que les ouvriers qui travaillent à la loupe, comme les horlogers et les graveurs, se rendent presque tous myopes, par l'habitude de forcer le jeu de l'iris et du cristallin.

Avant l'invention des *besicles*, qui est historiquement de date récente, les myopes étaient les gens les plus malheureux du monde. Ils ne voyaient qu'à travers un brouillard tout ce qui se trouvait à quelques pas de distance, et cette infirmité était

pour eux une source d'inconvénients et même de dangers. La découverte des besicles, c'est-à-dire des lunettes à verre concave pour les myopes et à verre convexe pour les presbytes, est donc un des plus grands bienfaits dont la science ait doté l'humanité. A ce titre nous croyons devoir rappeler ici le nom du véritable auteur de cette invention utile. L'histoire de cette découverte est d'ailleurs peu connue, et présentée dans les ouvrages élémentaires d'une manière inexacte.

Les anciens ont fabriqué et manié le verre sous toutes ses formes. Il n'est aucune application du verre que n'ait réalisée l'industrie des Romains, des Grecs, des Égyptiens et des peuples de l'ancienne Asie, particulièrement de la Syrie et de la Phénicie. D'un autre côté, les mathématiciens de l'antiquité et ceux du moyen âge connaissaient fort bien les principes géométriques sur lesquels repose la construction des besicles. Enfin, les globes de verre remplis d'eau étaient employés par les ouvriers grecs et romains pour grossir les objets. Il est donc étrange que les besicles n'aient pas été imaginées dès l'antiquité grecque ou romaine. Le fait est pourtant que les anciens n'ont jamais eu l'idée de tailler des verres grossissants. Ce n'est qu'au XIVe siècle que l'on construisit pour la première fois des besicles, c'est-à-dire des lunettes munies de lentilles de verre à l'usage des myopes et des presbytes.

Un passage de l'*Opus majus* de Roger Bacon, ce moine prodigieux qui, au treizième siècle, créa, pour ainsi dire, toutes les sciences physiques, aurait pu mettre sur la voie de la construction des besicles [1]. Mais les écrits de Roger Bacon ne furent

1. Voici ce passage :

« Il y a de plus grandes choses encore à remarquer sur la vision par réfraction, car il est facile de comprendre, d'après les règles qui précèdent, que les objets les plus étendus peuvent paraître très-petits, les plus éloignés très-rapprochés, et de même à l'inverse. Car on peut façonner des corps transparents et les combiner, par rapport à l'œil et aux choses, de telle manière que les rayons, étant brisés plus ou moins, suivant qu'on le désire, on puisse voir une chose rapprochée ou éloignée, lire les petites lettres à une grande distance, compter les grains de sable et de poussière, à cause de la grandeur de l'angle sous lequel ils seront vus. Un enfant pourrait nous apparaître comme un géant, un homme comme une montagne, une petite armée comme une grande. Nous ferions en quelque sorte descendre sur la terre le soleil, la lune, les étoiles ; nous les ferions de même paraître sur la tête de nos ennemis ; et beaucoup d'autres choses semblables, telles que l'esprit humain ignorant de la vérité ne les pourrait soutenir. »

Roger Bacon ajoute :

« Si un homme regarde les lettres et d'autres petites choses à travers un cristal

connus qu'assez longtemps après la mort de ce grand homme, à jamais illustre par son génie et ses malheurs.

On ne peut dire exactement par quelle suite d'idées scientifiques l'inventeur des besicles réalisa sa découverte. Cet inventeur fut un gentilhomme de Florence, Salvino Armato. Ce fait, longtemps entouré d'obscurité, est aujourd'hui bien établi.

On lit dans un manuscrit, *Traité de conduite*, écrit en 1299 par un Florentin, Popozo di Sandro : « Je suis tellement accablé par l'âge, que je ne puis ni lire ni écrire sans des verres nommés *lunettes*, nouvellement découverts au profit des pauvres vieillards dont la vue s'affaiblit. »

Le Dictionnaire de l'*Académie della Crusca* rapporte, au mot *Occhiale* (lunette), ce texte manuscrit de Philippe Pandolfieri, cité dans un discours imprimé de frère Giordano de Ridalto : *Il n'y a pas encore vingt ans qu'on a découvert l'art de faire des lunettes.* Ceci s'écrivait en 1305, et Giordano mourut en 1311. Giordano habitait près d'Armati, et il a dit dans un de ses ouvrages : *J'ai vu celui qui découvrit et fabriqua le premier les lentilles, et je m'entretins avec lui.*

On lit dans l'ouvrage intitulé *Florence illustrée*, par Léopold del Migliore, antiquaire florentin :

« Il est un autre souvenir d'autant plus précieux que, par son moyen, nous parvenons à savoir que le premier inventeur des lunettes fut un gentilhomme florentin, le seigneur Salvino Armato, petit-fils d'Armato, de noble origine, qui laissa le nom des Armati encore en usage aujourd'hui à la petite ruelle située derrière le Centaure..... Et l'on peut voir l'effigie de ce personnage, étendu, en habit civil, sur une grande dalle de l'église, avec l'inscription suivante :

Qui diace
Salvino d'Armato degli Armati
Di Firenze
Inventor degli occhiali
Dio gli perdonie a peccata
Anno D. MCCC XVII

(Ci-gît Salvino Armato d'Armati, de Florence, inventeur des lunettes. Dieu lui pardonne ses péchés. Année 1317.)

A la prière de l'opticien Charles Chevalier, un savant florentin,

ou un verre, ou un autre corps transparent placé sur les lettres, et que ce corps soit une portion de sphère moindre que la moitié, dont la convexité soit tournée du côté de l'œil, il verra beaucoup mieux les lettres, et elles lui paraîtront plus grandes. »

M. Tito Puliti, chercha et retrouva ce tombeau dans une église de Florence. Arthur Chevalier, dans un ouvrage intitulé *Hygiène de la vue*, publié en 1862, a donné le dessin de ce tombeau, qui a existé jusqu'au milieu de notre siècle, et n'existe plus aujourd'hui, mais dont Charles Chevalier avait reçu une photographie. La figure 118 est une reproduction de la gravure donnée d'après cette photographie par Arthur Chevalier, dans son *Hygiène de la vue*.

Fig. 118. Tombeau de Salvino Armato, à Florence.

On a attribué quelquefois, d'après François Redi, l'invention des besicles à un religieux de Pise, le frère Alexandre de Spina. On lit dans une chronique latine contenant le récit de la mort du frère Spina (1313) une phrase dont voici la traduction :

« Frère Alexandre de Spina, homme bon et modeste, avait le talent de

reproduire tous les travaux qu'il voyait ou qu'on lui décrivait. Il fit des lunettes dont l'inventeur ne voulait pas lui enseigner la fabrication, et il communiqua de bon cœur ses procédés. »

Alexandre de Spina ne fut point l'inventeur des lunettes. On ne saurait contester cette invention au gentilhomme florentin Salvino Armato. Seulement, Spina ayant vu, par hasard, une paire de besicles entre les mains d'une personne qui refusait de lui en donner l'explication, construisit lui-même des besicles. C'est ainsi que plus tard Galilée devait construire une lunette astronomique d'après la description qu'on lui avait fait parvenir de Paris.

Ce fut sans doute le frère Alexandre de Spina qui le premier s'avisa de disposer les besicles de manière à pouvoir les porter sur le nez, et de là vient l'erreur qui fait attribuer à ce moine, au préjudice de Salvino Armato, l'invention qui nous occupe. Spina ne s'occupa des besicles que d'après les descriptions vagues qui lui avaient été faites des essais de Salvino Armato.

On peut assigner pour époque à la découverte de Salvino Armato l'intervalle de temps qui s'est écoulé entre 1280 et 1300.

La France ne tarda pas à être mise en possession de cette utile découverte. Le *Roman de la Rose*, achevé en 1300, sous Philippe le Bel, par Jean de Meung, parle, sous le nom de *miroirs*, de plusieurs sortes de lunettes, tant de celles qui grossissent les objets que de celles qui les diminuent.

On ne sera donc pas surpris d'apprendre qu'il soit fait mention des lunettes dans les ouvrages des médecins du XIVe siècle. Gordon, professeur de médecine à Montpellier, disait, dans un ouvrage publié en 1305 : « Ce collyre a une telle vertu, qu'il peut mettre un vieillard en état de lire les caractères les plus fins sans le secours des lunettes. »

Guy de Chauliac, en 1363, dans sa *Grande chirurgie*, cite des recettes pour la conservation de la vue ; puis il ajoute : « Si ces collyres ne réussissent pas, vous aurez recours aux lunettes. »

Les premiers verres de lunettes furent faits par des moines. Peu de temps après, cette fabrication s'organisa, et l'on vit des ouvriers spéciaux s'occuper de la taille et du polissage des verres. On nommait ces ouvriers *lunettiers*. C'est à Murano, faubourg de Venise, que se fabriquèrent, de très-bonne heure, les meilleurs verres de lunettes.

Fig. 119. Le fils de Jacob Metzu découvre par hasard la manière de construire la lunette astronomique.

Parmi les artistes lunetiers, citons Benedict Spinoza, qui, en même temps qu'il travaillait au progrès de la philosophie, gagnait sa vie à Amsterdam, par le travail de ses mains, en taillant et polissant des verres de lunettes.

En Allemagne il existait un grand nombre de lunettiers. De ce nombre étaient Jean Lappey et Jacob Metzu.

Si nous avons rapporté avec quelques détails l'histoire de la découverte des besicles, c'est que nous désirions signaler l'invention, éternellement mémorable, qui fut la conséquence de la découverte des besicles, et qui s'accomplit dans la boutique d'un simple lunettier de Middelbourg. Nous voulons parler de la découverte de la *lunette astronomique.*

On a souvent traité de fable ou d'historiette ce que les auteurs racontent touchant l'invention de la lunette astronomique, réalisée dans la boutique d'un opticien de Middelbourg, Jacob Metzu. Nous croyons pourtant le fait très-authentique. Le mathématicien La Hire, à la fin du siècle dernier, le rapporte en ces termes, dans les *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris :*

« Le fils d'un ouvrier d'Alcmaer, nommé Jacques Metius, ou plutôt Jacob Metzu, qui faisait dans cette ville de la Nord-Hollande des lunettes à porter sur le nez, tenait un jour d'une main un verre convexe, comme sont ceux dont se servent les vieillards, et de l'autre main un verre concave, qui sert à ceux qui ont la vue courte. Ce jeune homme ayant mis, par amusement ou par hasard, le verre concave proche de son œil, et ayant un peu éloigné le convexe qu'il tenait au devant par l'autre main, s'aperçut qu'il voyait au travers de ces deux verres quelques objets éloignés beaucoup plus grands et plus distinctement qu'il ne les voyait auparavant à la vue simple. Ce nouveau phénomène le frappa; il le fit voir à son père, qui sur-le-champ assembla ces mêmes verres et d'autres semblables dans des tubes de quatre ou cinq pouces de long.

« Telle est l'origine des lunettes d'approche, qui furent connues d'abord sous le nom de *lunettes de Hollande* ou *de Galilée.* »

La Hire ajoute, avec raison, *lunettes de Hollande* ou *de Galilée*, car chacun sait que Galilée construisit une lunette astronomique, d'après le bruit public qui lui fut transmis de l'existence de cet instrument.

Voici comment Galilée, dans son ouvrage *le Courrier céleste* (*Nuntius sidereus*), raconte ce curieux évènement :

« Il y a environ dix mois, en mars 1610, l'on m'apprit qu'un cer-

tain Hollandais avait imaginé (*claboratum*) une lunette (*perspicillum*) à l'aide de laquelle se voyaient les objets éloignés aussi clairement que s'ils fussent rapprochés. Cet instrument servait déjà à faire quelques expériences (*nonnulla experientia circumferebantur*), auxquelles les uns ajoutaient foi, tandis que les autres les niaient. C est ce qui me fut confirmé peu de jours après dans une lettre que m'adressait de Paris le Français Jacques Badouère. Tout cela me fit appliquer tout entier au moyen d'arriver à l'invention d'un instrument semblable et j'y parvins peu de temps après (*paulo post*), à l'aide de la théorie des réfractions. Je me construisis donc d'abord un tube de plomb, aux extrémités duquel j'adaptai deux verres de lunette (*duo vitrea perspicilla*), qui avaient tous deux, d'un côté une face plane, tandis que de l'autre l'un des verres était convexe et l'autre concave (*ambo ex altera parte plana, ex altera vero imum sphæricum convexum, alterum vero cavum aptavi*), puis, approchant l'œil de la face concave (oculaire), je regardai des objets assez grands et rapprochés (*objecta satis magna et propinqua intuitus sum*). Ces objets paraissaient trois fois plus près et neuf fois plus grands que par la vue naturelle. Je me suis ensuite fabriqué un instrument plus exact (*exactiorem mihi elaboravi*), qui grossissait les objets plus de soixante fois. Enfin, n'épargnant aucune peine ni aucune dépense, je suis parvenu à me construire un instrument (*organum*) si excellent, qu'il m'a mis à même de voir les objets mille fois plus grands qu'à la simple vue. Il serait superflu d'énumérer les avantages que fournit l'emploi de cet instrument, tant sur terre que sur mer. Mais, laissant là les choses terrestres, j'ai dirigé mes recherches vers le ciel, en commençant par la lune. »

C'est la découverte des besicles qui a conduit à la construction de la lunette des astronomes, et cet instrument a été l'origine de tous les progrès faits par l'astronomie dans les temps modernes, le point de départ de toute la révolution scientifique et philosophique, dont notre siècle peut apprécier les résultats. C'est pour cela que nous nous sommes livrés à cette digression.

Cela dit, revenons à notre sujet, c'est-à-dire aux lunettes à l'usage des myopes et des presbytes.

Au verre incolore des premières besicles on substitua, au siècle dernier, les verres colorés, tant pour reposer les yeux fatigués que pour combattre les ophthalmies.

En 1746, on mettait aux besicles des verres de toutes couleurs. Les principales étaient : le vert céladon, le vert pré, le vert de mer, le bleu clair, le gros bleu, le jaune, le violet, la couleur de vin et le rose. Les gens à lunettes devaient produire un effet bien singulier en passant dans les rues, porteurs de tous ces verres diversement colorés.

On a longtemps donné la préférence aux lunettes à verre coloré en vert. Réveillé-Parise, dans son *Hygiène oculaire*, publiée en 1816, cite cette couleur comme la meilleure pour la vue.

« La couleur verte, dit Réveillé-Parise, est celle qui l'emporte sur les autres, sans contredit. Qui ne sait que ce rayon, qui occupe le milieu de l'échelle optique, est le plus doux et le plus agréable de tous ? La couleur verte est la couleur favorite de la nature ; elle l'a tellement prodiguée et

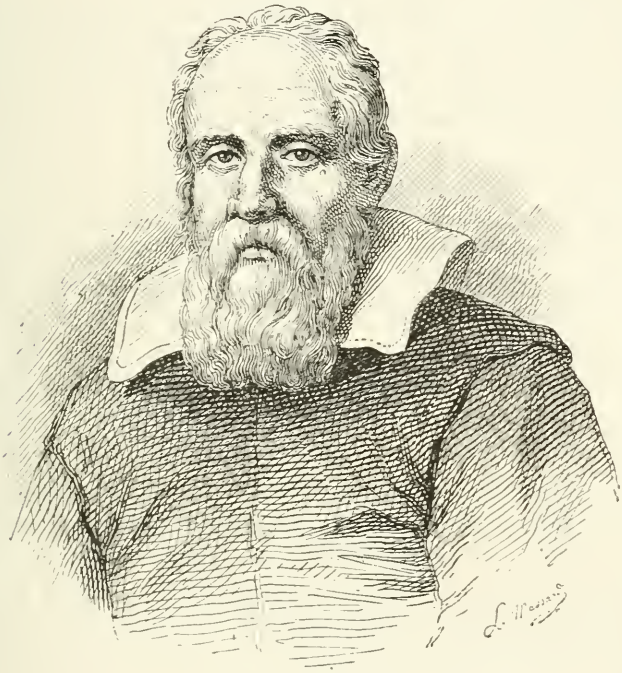


Fig. 120. Galilée.

variée dans son inépuisable fécondité, qu'on ne trouve pas deux plantes dont le vert soit parfaitement identique. »

Beer, médecin oculiste, dans un livre publié en 1802, parle des teintes verte, bleue ou jaune, que l'on donnait, de son temps, aux verres de besicles. Mais il déclare, avec raison, que toutes ces teintes sont mauvaises pour la vue.

Aujourd'hui, on ne se laisse plus aller à cette fantaisie de couleurs, car les yeux ne s'en trouveraient pas bien. La teinte pré

férée pour les verres des besicles est celle dite *noir-gris*, ou *teinte fumée*, qui fut proposée pour la première fois, en 1817, par l'opticien Charles Chevalier. On ne se sert que dans le cas d'ophthalmie des verres noirs ou vert foncé.

On fit d'abord usage, pour les besicles, de verres à simple courbure, concave ou convexe. Mais, après la découverte des lentilles biconvexes et biconcaves, on construisit les lunettes avec la même courbure des deux côtés, ce qui augmenta la force des verres, sans ajouter à leur épaisseur.

Outre les verres courbes à l'usage des myopes et des presbytes, les opticiens fabriquent des verres plans, dits *conserves*. Il est bon de les prendre de la *teinte fumée*, qui repose mieux les yeux que le verre incolore.

La rétine est quelquefois d'une sensibilité si exquise que l'œil supporte difficilement la plus faible lumière. Cet état physiologique, ou plutôt pathologique, s'appelle *nyctalopie*. L'individu qui en est affecté, voit dans l'obscurité, comme les chats. En revanche, il y voit à peine en plein jour, l'organe de la vue étant ébloui par la lumière d'une intensité normale.

Les ouvrages d'oculistique parlent d'un gentilhomme anglais qui, enfermé dans une prison tout à fait obscure, parvint graduellement à distinguer ce qui se trouvait dans ces ténèbres. Mais lorsque, au bout de dix ans, au terme de sa captivité, il fut rendu à la lumière, il était aveugle; il ne recouvrait la vue que la nuit, ou dans l'obscurité. Les bords de sa pupille, prodigieusement dilatée pendant son séjour dans une noire prison, se contractaient, en présence de la lumière du jour, jusqu'à effacer entièrement l'ouverture de l'iris.

Un état tout opposé, et qui est également un état pathologique, car on peut y voir le premier degré de la paralysie du nerf optique, c'est l'*héméralopie*, c'est-à-dire le cas dans lequel la rétine est si paresseuse, si peu sensible à l'impression de la lumière, qu'on ne peut voir qu'au très-grand jour.

L'héméralopie est fréquente dans les pays où la lumière du soleil est d'une éblouissante clarté. C'est un mal commun en Egypte, dans l'Éthiopie, l'Abyssinie, etc. D'autre part, les habitants des contrées polaires boréales, dont le sol est recouvert, pendant sept à huit mois, d'un manteau de neige éblouissante, deviennent de bonne heure *héméralopes*. Dans ces deux

cas, les yeux étant fatigués par l'éclat continu de la lumière, la rétine est devenue insensible à l'action d'une lumière modérée.

Une espèce d'aveuglement momentané s'observe chez les personnes qui font pendant l'été, alors que le soleil est brûlant, l'ascension de montagnes assez élevées pour que les neiges y persistent pendant la saison chaude.

En 1786, Jacques Balmat fit, le premier de tous les hommes, l'ascension du Mont-Blanc. Mais, redescendu dans la plaine, il était aveugle, et sa cécité persista plusieurs jours. Avertis de ce fait, les touristes qui font aujourd'hui la même ascension, partent et reviennent la figure couverte d'un voile vert, pour atténuer l'effet de la réflexion des rayons solaires sur la neige. Cette précaution ne suffit même pas toujours pour préserver les yeux, car la plupart des touristes qui descendant du Mont-Blanc rapportent de leur longue et fatigante course des ophthalmies plus ou moins graves.

Nous pouvons ajouter que l'héméralopie affecte souvent les ouvriers que leur profession oblige à regarder attentivement les substances rouges de feu, comme le verre et les métaux fondus. Les forgerons, les batteurs de fer dans les fonderies, les verriers, ceux qui travaillent les monnaies, les personnes qui ne se tiennent pas en garde contre l'énorme puissance lumineuse de l'éclairage électrique, inauguré dans les rues de Paris en 1878, perdent la vue de bonne heure, à moins de dispositions organiques particulières ou de grandes précautions.

Si, par différentes circonstances, on dépasse les limites de résistance de la rétine à une trop vive lumière, on arrive au dernier terme de cet état pathologique : la rétine et le nerf optique sont entièrement paralysés. On est alors affecté de l'*amaurose*, ou *goutte-sereine*, c'est-à-dire de cécité sans lésion apparente, et consistant en une paralysie du tissu nerveux.

D'autres accidents affaiblissent ou abolissent complètement la faculté visuelle, en empêchant les rayons lumineux d'arriver jusqu'à la rétine.

Si les membranes ou les humeurs de l'œil ne jouissent pas d'une transparence complète, si le cristallin a perdu totalement ou en partie sa transparence, la vue est plus ou moins affectée.

On appelle *glaucôme* le défaut de transparence du corps vitré, qui amène une demi-cécité, et *cataracte* l'opacité complète du cristallin ou de la capsule transparente qui l'enveloppe.

L'extrême sensibilité de la rétine pour la lumière avait fait supposer qu'une douleur excessive devait suivre l'irritation de cette membrane par le contact de l'instrument, pendant l'opération de la cataracte. Mais on sait aujourd'hui que la rétine est complètement insensible à l'action des instruments. C'est ce que Magendie reconnut en portant la pointe de l'aiguille à cataracte sur la rétine de plusieurs animaux, et c'est ce que les chirurgiens de nos jours ont vérifié bien des fois chez l'homme.

Le nerf optique est aussi insensible que la rétine aux actions autres que la lumière. On peut, sur un animal, couper, diviser, déchirer ce nerf, sans que l'animal éprouve la moindre douleur. Seulement, nous n'avons pas besoin de dire que si le nerf optique est coupé, la vue est aussitôt abolie. On trouve dans les *Elementa physiologiæ* de Haller différentes observations d'altérations du nerf optique suivies de cécité.

Les yeux sont, de tous les organes des sens, ceux qui présentent le plus grand développement chez le nouveau-né. A cette époque, ils ont presque le volume qu'ils présenteront pendant le reste de la vie. Si les figures des enfants sont presque toujours agréables, c'est que les yeux, qui prêtent à la physionomie ses principaux caractères, sont chez eux proportionnellement plus grands que les autres organes. On dirait que la nature se hâte d'achever l'appareil de la vision, parce qu'il faut fournir à l'homme un instrument parfait dès le début pour l'exercice du plus important de nos sens.

Les yeux ne sont pas immobiles dans l'orbite. Quatre muscles droits et deux obliques, en tout six muscles, les entraînent dans des mouvements très-variés, et les dirigent vers tous les objets dont nous voulons prendre connaissance.

La figure 121 représente les muscles de l'œil.

Les quatre *muscles droits* sont destinés aux mouvements volontaires de l'œil, tandis que les deux *muscles obliques* exécutent les mouvements involontaires par lesquels le globe tourne sur lui-même, de manière que la pupille se dirige obliquement en haut ou en bas.

Les paupières suivent le globe de l'œil quand il s'élève ou s'abaisse, parce qu'elles reçoivent les prolongements des fibres contractiles propres aux muscles de l'œil.

Les muscles qui font agir les yeux dans les sens les plus divers, sont symétriques, et ont une parfaite correspondance d'action. Aussi les yeux se tournent-ils à la fois dans le même sens, se portent-ils ensemble vers le même objet, et les axes visuels sont-ils toujours parallèles. Si cette harmonie des mouvements est

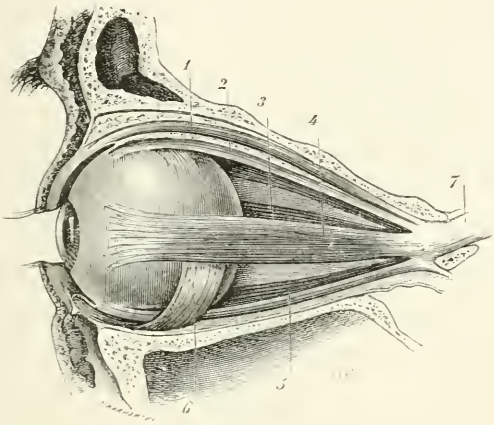


Fig. 121. Les muscles de l'œil.

1. Muscle élévateur de la paupière. — 2. Muscle droit supérieur. — 3. Muscle droit interne. — 4. Muscle droit externe. — 5. Muscle droit inférieur. — 6. Muscle petit oblique. — 7. Nerf optique.

dérangée, on est en proie à un état pathologique : on a le *strabisme*, affection qui dépend de l'inégale force des muscles d'un même œil.

Le strabisme étant produit par une action inégale des muscles d'un même œil, il semblait naturel qu'une opération chirurgicale, consistant à couper les muscles dont la brièveté relative causait l'inégalité dans la direction des yeux, dût guérir à coup sûr cette infirmité. C'est, d'après cette idée qu'un chirurgien de Berlin, Dieffenbach, tenta, vers 1840, cette opération. Le succès couronna d'abord cette tentative, et quelques chirurgiens, en France et en Belgique, pratiquèrent la nouvelle méthode de traitement du strabisme. Mais de nombreux insuccès vinrent bientôt jeter de la défaveur sur cette opération, qui est aujourd'hui bannie du domaine chirurgical.

Les mouvements des deux yeux se font toujours symétriquement. Nos deux yeux s'élèvent et s'abaissent ensemble; ils se dirigent, tous les deux en même temps, à droite ou à gauche. Bien plus, l'un des yeux étant fermé et recouvert par la paupière, se dirige du même côté que le globe de l'*œil ouvert*. Les deux yeux peuvent toutefois se diriger l'un vers l'autre en dedans, pour voir un objet rapproché.

C'est l'ensemble des mouvements des yeux combinés de cent manières, grâce aux muscles dont ils sont pourvus, qui donne à la physionomie humaine tant d'expression et de mobilité.

Les deux yeux sont nécessaires pour juger de la position exacte d'objets peu éloignés. Que le lecteur, pour s'en convaincre, essaye, avec un bâton terminé en crochet, de mettre ce crochet dans un anneau placé à $1^{m},50$ de lui. Il y réussira en s'aidant des deux yeux, tandis qu'en se servant d'un seul œil, le crochet sera toujours conduit soit en deçà, soit au delà de l'anneau.

L'impression que les rayons lumineux produisent sur la rétine dure un certain temps, et s'efface ensuite. M. Plateau évalue à une demi-seconde la durée des impressions lumineuses produites sur la rétine.

Une conséquence curieuse résulte de cette persistance des impressions lumineuses. Si l'impression se répète à des intervalles plus courts que la durée de cette impression, le cerveau ne perçoit plus une série de sensations isolées, mais bien des sensations qui s'enchaînent entre elles d'une manière continue. Exemples : Faites tourner rapidement un charbon incandescent, l'œil verra une circonférence lumineuse. — Regardez une roue tournant rapidement, les bâtons de la roue formeront pour vos yeux une surface continue. — Faites également tourner avec rapidité un cercle portant des secteurs de plusieurs couleurs, comme la durée des impressions de ces couleurs sur la rétine est moindre que la rapidité de la succession, vous aurez la sensation que produirait le mélange de ces couleurs. Le rouge et le noir donnent la sensation du violet et la succession rapide d'un grand nombre de teintes différentes a pour résultat de donner la sensation du gris.

C'est sur le principe de la *persistance des impressions lumineuses* de la rétine qu'est fondé l'ingénieux appareil qui est à la fois un objet d'amusement et un instrument de physique. Nous

voulons parler du *phénakisticope* (du mot φέναξ, trompeur, σκοπεῖν, voir), dans lequel la rotation rapide de petits dessins représentant la série de mouvements qui se succèdent dans le saut ou la marche, produit la sensation du saut ou de la marche, quand on fait tourner rapidement le disque qui représente ces dessins.

La figure 122 représente l'une des formes du *phénakisticope* de M. Plateau. Ce petit instrument se compose de deux disques

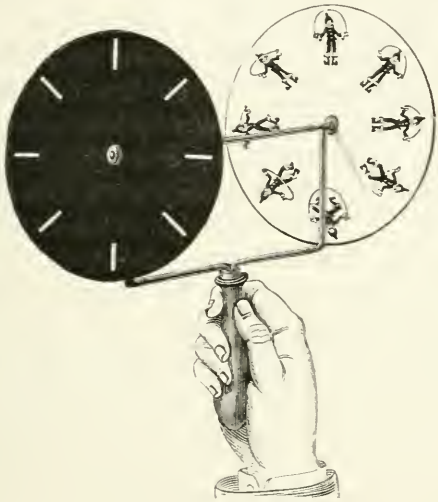


Fig. 122. Le Phénakisticope.

de carton, portés l'un et l'autre sur le même axe. Sur l'un de ces disques, et à des distances égales, sont des dessins, qui représentent les diverses phases de mouvement d'un petit sauteur à la corde. L'autre disque est percé d'un égal nombre de fentes percées suivant le diamètre du cercle. On fait tourner avec rapidité ces deux disques, et l'on regarde à travers une des fentes les images qui se présentent successivement à l'œil. La durée des impressions lumineuses étant moins grande que la rapidité avec laquelle chacun de ces dessins se succède, l'œil a la sensation d'un dessin unique, qui semble animé d'un mouvement réel. On croit voir exécuter tous les mouvements du sauteur à la corde.

On donne quelquefois une autre forme à cet instrument. Les dessins sont placés dans un cylindre creux, qui est mobile autour d'un axe vertical, et l'on observe à travers des fentes pratiquées sur les parois du cylindre. Avec cette disposition, plusieurs personnes peuvent voir simultanément le curieux phénomène de ce dessin en apparence mouvant.

Nous avons cité ces derniers faits pour montrer que le sens de la vue est beaucoup moins sûr qu'on ne le croit généralement, et que ses appréciations, assez souvent trompeuses, ont besoin d'être rectifiées par le raisonnement. J. J. Rousseau a dit que le sens de l'odorat mérite le nom de *sens de l'imagination*. La pensée serait plus juste appliquée au sens de la vue, qui peut nous entraîner a bien plus d'erreurs que celui de l'odorat. La vue ne nous donne pas la notion exacte de la distance, puisque l'*aveugle-né* observé par le chirurgien anglais Cheselden croyait que tous les corps qu'il apercevait étaient immédiatement appliqués à son œil. La vue ne nous donne pas la notion exacte de la figure ni de la grandeur des objets, puisqu'une tour carrée, vue dans le lointain, nous paraît ronde, et que des arbres très-élevés, vus dans une perspective éloignée, ne nous paraissent pas plus grands que des arbrisseaux voisins de nous. Elle ne nous donne pas davantage la notion exacte du mouvement, car un objet qui se meut avec rapidité, comme une roue de voiture, nous semble immobile, et, à l'inverse, des corps immobiles, comme des arbres échelonnés au bord d'une route que nous parcourons en voiture, semblent fuir devant nous.

Le sens de la vue est donc souvent trompeur. Ses indications ont besoin d'être rectifiées par le toucher et par l'éducation. C'est ce que Condillac a parfaitement établi dans son *Traité des sensations*.

L'AUDITION

On a comparé l'œil à l'oreille, et le phénomène de la vision à celui de l'audition. Comme il a été dit dans l'article précédent, l'organe de la vision se réduit, en dernière analyse, 1° à un nerf en rapport avec le cerveau, et se terminant, à son extrémité périphérique, par un large épanouissement, qui reçoit l'impression de la lumière; 2° à un appareil destiné à condenser les rayons lumineux. De même, l'organe de l'audition peut se réduire à un nerf en rapport avec le cerveau et dont l'extrémité périphérique s'épanouit en une pulpe flottant au sein d'un liquide qui remplit une série de petits canaux tortueux. Mais là s'arrêtent les ressemblances. La lumière se produit indépendamment de l'air, car elle traverse le vide. Au contraire, l'air est le véhicule, la cause du son; car le son résulte, comme chacun le sait, des vibrations de l'air se transmettant à distance. A ce point de vue, l'air est l'instrument du langage, des idées, des relations sociales, et s'il n'existait pas, la terre ne serait qu'un morne désert, en proie à un silence absolu.

Les vibrations de l'air venant faire une impression sur l'organe de l'ouïe, tel est donc le phénomène de l'audition, réduit à sa plus grande simplicité. Les ondes sonores qui tombent sur le pavillon de l'oreille, sont réfléchies en dedans par la concavité du pavillon, et une partie pénètre dans le conduit auditif, à l'intérieur duquel tout est calculé pour condenser le son, pour n'en laisser rien perdre.

Le faisceau sonore vient frapper une membrane tendue en travers de ce conduit : la membrane du *tympan*. La commotion qu'éprouve cette membrane se communique à l'air qui remplit la *caisse du tympan*, ainsi qu'à une série d'osselets qui sont contenus dans cette cavité. Les vibrations de l'air vont retentir, par l'intermédiaire de ces osselets, sur une autre membrane, laquelle ébranle un liquide, nommé le *liquide de Cotugno*. En même temps, la chaîne des osselets s'agite et communique ses vibrations au même liquide de Cotugno. Comme le nerf auditif se termine en une pulpe molle, qui remplit les

cavités occupées par le liquide de Cotugno, la commotion causée dans ce liquide par les impressions sonores est transmise au nerf auditif, et de là à l'encéphale, qui la perçoit et la transforme en sensation.

Le phénomène de l'audition est donc, comme celui de la vision, en partie physique et en partie vital. Tout appartient à la physique pour la réception, la condensation des vibrations sonores et leur transmission au liquide dans lequel baigne la pulpe nerveuse auditive; mais la transmission des impressions à l'encéphale est un phénomène vital.

Nous allons entrer dans l'explication détaillée des phénomènes dont nous venons de donner le principe essentiel et comme le sommaire. Mais une connaissance exacte de l'organe préposé à l'audition, c'est-à-dire de l'oreille, est avant tout nécessaire pour comprendre ce mécanisme.

On divise l'oreille en *oreille externe*, *oreille moyenne* et *oreille interne*.

L'oreille *externe* comprend le *pavillon*, la *conque* et le *conduit auditif externe*.

L'oreille *moyenne* renferme la *caisse du tympan*, et les organes accessoires connus sous le nom de *membrane du tympan*, *caisse du tympan*, *osselets de l'ouïe*.

L'oreille *interne* comprend le *vestibule*, le *limaçon* et les *canaux demi-circulaires*.

Oreille externe. — Le pavillon de l'oreille est contourné, chez l'homme, d'une façon assez bizarre. Faut-il voir dans ces anfractuosités des dispositions calculées pour réfléchir sur la conque tous les rayons sonores ? C'était l'opinion de Boerhaave, qui avait fait des calculs précis pour prouver que la forme parabolique du pavillon de l'oreille humaine a pour résultat de condenser dans la conque les rayons sonores qui le frappent. Mais les calculs de Boerhaave n'ont pas été pris au sérieux par les physiologistes, qui croient que la conque seule, c'est-à-dire la partie centrale creusée en forme de coquille, est propre à condenser les sons et à les diriger dans l'axe du conduit auditif externe. Les vibrations sonores qui frappent tout le reste du pavillon de l'oreille, sont réfléchies, c'est-à-dire perdues pour l'audition.

Cependant le physicien Savart ne croyait point que le cartilage de l'oreille fût inutile à l'audition. Il lui paraissait disposé

pour recevoir le faisceau des vibrations sonores et pour les transmettre, en vibrant lui-même, à la conque.

Quoi qu'il en soit, les ondes sonores reçues par le pavillon de l'oreille A (fig. 123), étant condensées par la conque, s'engagent dans le *conduit auditif externe* B. Dans ce conduit, un peu courbe, tout est disposé, selon Savart, de manière que les ondes aériennes qui heurtent ses parois y éprouvent différentes réflexions, propres à en augmenter l'intensité, et surtout à diriger leur faisceau sur la membrane du tympan.

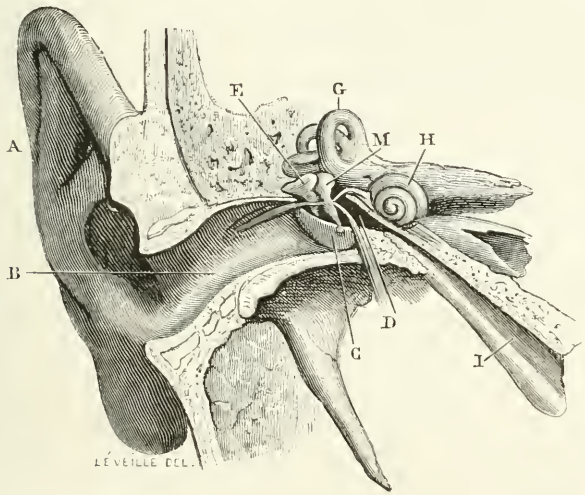


Fig. 123. L'oreille externe et l'oreille moyenne, vues en coupe.

A. Pavillon. — B. Conduit auditif externe. — C. Membrane du tympan. — D. Caisse du tympan. — E. L'enclume (osselet de l'ouïe). — M. Le marteau (osselet de l'ouïe). — G. Canaux demi-circulaires. — H. Limaçon. — I. Trompe d'Eustache.

On sait que le conduit auditif externe renferme toujours une matière séreuse, jaunâtre, qu'on appelle le *cérumen des oreilles*. Le rôle de ce corps gras est de donner à la membrane du tympan une certaine souplesse, qui favorise ses vibrations, et par sa présence dans le conduit auditif externe, de garantir la même membrane de l'impression fâcheuse que pourrait lui faire éprouver le contact de l'air, si celui-ci la frappait sans intermédiaire. Le *cérumen* n'a pas d'autre rôle. Il ne vibre point, sous l'influence des ondes sonores; il tendrait plutôt à les amortir.

Cela est si vrai que lorsque le cérumen s'accumule en trop grande quantité dans le conduit auditif, il devient une cause de surdité, et que souvent, pour rendre l'ouïe à certaines personnes, il suffit de débarrasser, avec une curette spéciale, l'intérieur de leur conduit auditif obstrué par le cérumen.

Les rayons sonores engagés dans le *conduit auditif externe* viennent frapper la *membrane du tympan*, C. La commotion que reçoit cette membrane se communique à la caisse pleine d'air qui termine cette cavité, et de là au commencement de la *chaîne des osselets de l'ouïe*, dont l'un, E (*l'enclume*), se trouve fixé, comme on le voit sur la figure 123, à la membrane du tympan C.

La membrane du tympan, qui termine l'oreille externe, n'est donc pas, à proprement parler, indispensable à l'audition. Elle ne sert qu'à transmettre les vibrations sonores à l'oreille moyenne. Aussi la voit-on manquer souvent sans que l'ouïe soit compromise.

Oreille moyenne. — La *caisse du tympan*, qui fait suite à la membrane du tympan, est remplie d'air, dont l'élasticité transmet, à son tour, les vibrations aux petits organes contenus dans l'*oreille moyenne*, c'est-à-dire aux *osselets de l'oreille*.

D'où vient l'air qui remplit la caisse du tympan? La figure 123 montre très-bien comment l'air arrive constamment à l'intérieur de la caisse du tympan. Un large conduit I, nommé *trompe d'Eustache*, du nom de l'anatomiste *Eustachi* qui en fit le premier la découverte, met constamment l'intérieur de la caisse du tympan D en communication avec l'arrière-gorge. Venant du fond de cette cavité, l'air est toujours chaud et humide. Son trajet dans le long et étroit canal de la trompe d'Eustache achève de mettre sa température et son degré d'humidité en rapport avec celui de l'air qui remplit la caisse du tympan.

La trompe d'Eustache sert également de canal pour dégorger les mucosités qui sont sécrétées dans la caisse du tympan et qui nuiraient à l'audition si elles s'accumulaient dans cet espace.

Les vibrations sonores transmises à la caisse du tympan par la membrane du tympan retentissent fortement à l'intérieur de cette cavité. Pour que la résonnance soit plus grande, la nature a même agrandi les dimensions de cet espace, en le faisant communiquer avec les cavités creusées dans l'épaisseur des os du crâne, c'est-à-dire avec les *cellules mastoïdiennes*. Toutes les parois de

la caisse du tympan résonnent donc fortement, car partout les ondes sonores trouvent une résistance et même une réfléxion qui en augmentent l'intensité. Seulement, comme des vibrations trop violentes pourraient ébranler d'une manière fâcheuse l'ensemble de l'appareil de l'audition et offenser ces parties délicates, l'air, quand il est trop violemment agité, trouve un issue, un dégagement dans la trompe d'Eustache.

L'importance de la trompe d'Eustache dans le phénomène de l'audition est suffisamment établie par ce fait que l'obstruction de ce conduit est une cause de la surdité et que l'audition redevient nette quand on a débouché la trompe.

Il est si vrai que la trompe d'Eustache sert surtout à renouveler l'air de l'oreille interne, que lorsque la trompe est bouchée, on y remédie quelquefois avec succès en pratiquant une ouverture à l'apophyse mastoïdienne, afin de laisser l'air extérieur se mettre en rapport avec l'air de l'oreille interne, et remplir ainsi l'office de la trompe.

Nous disions que la membrane du tympan, qui est remplie d'air, transmet les vibrations sonores aux osselets de l'ouïe. Comment les *osselets de l'ouïe* propagent-ils, à leur tour, les vibrations sonores ?

L'inspection de la figure 124 fera comprendre le jeu des osselets de l'ouïe. L'un des osselets, celui qu'on nomme le *marteau*, M, est appliqué par son extrémité, par le *manche*, à la membrane du tympan. Les vibrations de la membrane du tympan se transmettent donc au marteau, le premier de la chaîne des *osselets*. L'ébranlement qu'a reçu le marteau M, se communique de proche en proche à l'*enclume* E, et par l'intermédiaire de l'*os lenticulaire* L, à l'*étrier* K.

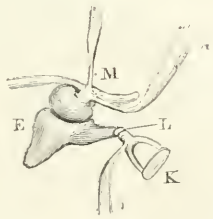


Fig. 124. Osselets de l'ouïe vus dans leurs rapports naturels.

M. Le marteau. — E. L'enclume. — L. L'os lenticulaire. — K. L'étrier. — *a*. Muscle du marteau. — *b*. Muscle de l'étrier.

Ainsi, les osselets de l'ouïe forment une véritable chaîne osseuse, destinée à propager dans l'*oreille moyenne* les vibrations de la membrane du tympan. On voit sur la figure 124 les rapports qu'affectent entre eux ces petits organes et les muscles qui s'y attachent.

On pourrait croire que les articulations de ces petits os ont pour résultat d'affaiblir les vibrations, en les brisant à chaque

jointure. Il faut pourtant qu'il en soit autrement et que la nature ait trouvé le moyen de faire concorder cette brisure de la chaîne des osselets avec l'intégrité, peut-être même avec l'amplification des vibrations sonores. On croit généralement que les petits muscles qui agissent sur le marteau et l'étrier, lesquels sont placés à l'une et l'autre extrémité de la chaîne, servent à propager les vibrations, par l'intermédiaire de l'enclume et de l'os lenticulaire. C'est par une sorte de bascule des osselets de l'ouïe, qui rappellent par leur assemblage le mécanisme de la sonnette, que le mouvement se transmet d'une extrémité à l'autre de la chaîne des osselets. Nous avons déjà fait remarquer que le manche du marteau est enchâssé dans la membrane du tympan. Lorsque le muscle du marteau se contracte, la membrane du tympan est tendue. En même temps, le muscle de l'étrier fait pénétrer la plaque de cet osselet dans la *fenêtre ovale*, et d'après une remarque de Longet, ce mouvement empêche l'étrier de s'écarter en sens inverse, sous l'influence du muscle du marteau dont il est l'antagoniste.

Oreille interne. — Il s'agit maintenant de faire parvenir à la pulpe nerveuse qui se trouve contenue dans l'oreille interne, les vibrations sonores reçues dans l'oreille moyenne par la chaîne des osselets.

L'oreille interne n'est, en effet, autre chose que le réceptacle de la pulpe du nerf auditif, lequel doit recevoir l'impression du son et la transmettre au cerveau. C'est là qu'est le véritable siège de l'audition.

L'oreille interne se compose de trois cavités creusées dans l'épaisseur de l'os du crâne nommé le *rocher*. On donne à ces trois cavités les noms de *vestibule*, de *limaçon* (à cause de sa forme) et de *canaux demi-circulaires*. On appelle *labyrinthe* la réunion de ces trois cavités. Le mot de *labyrinthe* est donc synonyme d'*oreille interne*.

La figure 125 donne une coupe de l'oreille interne.

Le liquide renfermé dans le *vestibule*, C, reçoit la vibration des ondes sonores, avec les diverses nuances qui lui sont imprimées, et comme le vestibule est l'origine et l'aboutissement tout à la fois du *limaçon* A D et des trois *canaux demi-circulaires* B, l'impression se transmet au *liquide de Cotugno*, qui est renfermé dans ces deux dernières cavités. Comme la pulpe du nerf auditif

tapisse une partie du limaçon et des parois des canaux demi-circulaires, cette pulpe reçoit l'impression du son et la transmet à l'encéphale. Ce qui le prouve, c'est que si l'on coupe le nerf auditif, la faculté de l'audition est abolie.

Voilà ce que l'on sait de positif sur le mécanisme de l'audition. Le nerf auditif est la cause de la sensation de l'ouïe et c'est dans l'oreille interne que ce nerf vient s'épanouir, pour recevoir les impressions sonores. Mais si l'on cherche à pénétrer plus avant pour expliquer la nature du phénomène qui nous occupe, la physiologie et la physique font également défaut. Pourquoi les conduits multiples de l'oreille interne ont-ils cette disposition tortueuse et compliquée? Pourquoi la pulpe ner-

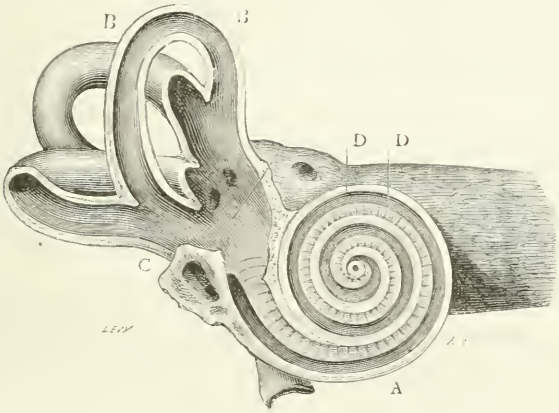


Fig. 125. Coupe de l'oreille interne.

AD. Limaçon. — BB. Canaux demi-circulaires. — C. Vestibule.

veuse est-elle distribuée dans de longs canaux, au lieu de s'épanouir, comme la rétine, en une surface mince? Tout cet appareil artistement arrangé n'est pas là simplement pour que nous l'admirions ; il a un but, mais qui pourra nous le dire ?

Le physicien allemand Helmholtz a essayé une théorie pour expliquer cette singulière terminaison du nerf acoustique. Il a assimilé les filets nerveux qui serpentent dans les divers recoins du *labyrinthe*, aux cordes d'un piano. Selon lui, l'onde sonore mettrait en vibration celles des cordes qui répondent à chaque *son*

harmonique de la voix, c'est-à-dire que chaque fibre nerveuse vibrerait exclusivement à l'unisson d'un son harmonique de celui qui a été émis. La note se trouverait produite par autant de fibres nerveuses vibrant à l'unisson du son harmonique avec lequel elles s'accordent, et l'ensemble de ces vibrations transmises au cerveau par le nerf auditif, donnerait la sensation du son fondamental et de son timbre.

Le nerf auditif serait donc, d'après M. Helmholtz, comme une sorte de *harpe éolienne* excitée par les ondes sonores dont la corde correspond à chaque ton. De même que la chambre obscure nous donne l'idée de l'œil, un instrument de musique, le piano ou la harpe, nous représenteraient l'oreille, et l'on pourrait suivre ainsi l'onde sonore et l'onde lumineuse, jusqu'au moment où elles viennent frapper l'encéphale, c'est-à-dire jusqu'au moment où tout devient mystère et se perd dans l'inaccessible abîme de la sensation et de la vie.

A cette théorie, assez séduisante, on peut opposer cette objection, fondamentale, qu'une échelle des sons composée des tons et des demi-tons serait si prodigieusement étendue que l'on ne voit pas comment il y aurait place dans l'oreille interne, où se distribue la pulpe nerveuse, pour l'immense quantité de fibres devant répondre à chaque son harmonique venu de l'extérieur.

Avant la théorie de M. Helmholtz, d'autres physiologistes avaient essayé d'expliquer le mécanisme de l'audition. De Blainville croyait que le limaçon a pour principale fonction d'apprécier les sons très-aigus. Dugès et Breschet ont dit que le limaçon est destiné à faire connaître principalement les tons et les articulations de la voix. La plus profonde obscurité continue néanmoins d'envelopper cette question.

Flourens a pratiqué sur quelques oiseaux des vivisections, qui n'ont eu aucune conséquence pour la théorie de l'audition.

Les expériences que l'on peut faire sur les organes de l'audition sont si délicates, si difficiles, que l'on ne peut en tirer de conclusion en toute confiance. D'autre part, les observations d'anatomie pathologique sur la lésion des différentes parties de l'oreille interne n'ont apporté aucun éclaircissement utile pour l'étude du mécanisme de l'audition, car la même lésion anatomique souvent ne trouble en rien l'audition, et d'autres fois coïncide, tantôt avec une altération du son, tantôt avec une autre.

Il est donc à craindre que la théorie physiologique de l'audition ne soit jamais élucidée.

On discute, par exemple, pour savoir si les parties dures extérieures, c'est-à-dire les os du crâne, du palais et les cartilages qui entrent dans la composition de la face, vibrent, comme les organes propres de l'audition. C'est, à la vérité, un fait bien connu que les corps solides transmettent les sons plus vite, et même avec plus d'intensité que les corps liquides ou gazeux. Un petit coup frappé à l'extrémité d'une barre de fer ou de bois fait entendre un bruit intense à l'oreille placée contre l'autre extrémité de la barre. Une montre, serrée entre les dents, fait entendre le bruit de son mouvement plus fortement que lorsqu'elle est présentée à l'oreille sans la toucher. Une montre appliquée directement sur l'orifice externe de l'oreille y cause un bruit bien plus intense encore. Produisez un choc sur votre crâne en fermant les oreilles, vous entendrez parfaitement le bruit de ce choc.

Voici une expérience bien simple et dans laquelle le son est au moins centuplé. Suspendez une pincette ou tout autre corps vibrant à un ruban de fil ou de soie, dont vous tiendrez chaque bout fortement appliqué sur la conque de chaque oreille, et heurtez alors la pincette avec un corps dur. Le bruit que vous entendrez sera énorme.

Le son, dans tous ces cas, est certainement transmis par les parties dures. Mais on ne saurait en conclure que les parties dures du crâne vibrent comme les organes de l'audition et concourent à la perception des sons. Il y a loin, en effet, de ces bruits à la sensation qui caractérise l'audition. Ce n'est pas un son que l'on entend, c'est un bruit. Jamais de cette manière les sons multipliés des instruments d'un concert ne seront entendus à part. Ainsi, quoique le son ou le bruit puissent se transmettre par les corps durs de la tête, par les os, on doit nier leur participation active dans la fonction de l'ouïe. S'ils y prenaient part, ils ne feraient qu'en troubler la délicatesse, en mêlant le bruit au véritable son.

Il ne faudrait pas contester pourtant que les sons ne pénètrent par l'intermédiaire des corps solide dans l'oreille interne. Il est certain que la trompe d'Eustache n'est pas seulement destinée à renouveler l'air et à évacuer les mucosités de l'oreille interne. Elle transmet les vibrations sonores dans cette cavité. Ce qui le prouve, c'est le fait, déjà cité, du son plus fort que fait

entendre une montre quand on la place entre les dents, et l'habitude qu'ont bien des personnes d'ouvrir un peu la bouche pour mieux écouter. Dans le premier cas, c'est l'os maxillaire qui transmet le bruit; car si l'on place la montre sur la langue seulement, on n'entend plus le tic-tac. Dans le second cas, l'ouverture de la bouche déplace le condyle articulaire de l'os maxillaire, élargit le conduit auditif, et favorise l'arrivée dans la trompe d'Eustache d'un plus grand nombre d'ondes sonores. D'ailleurs, si l'oreille externe est bouchée, bien que la trompe d'Eustache soit librement ouverte, on n'entend plus.

En traitant de la vision, nous nous sommes préoccupés d'une difficulté physiologique, qui va se présenter également dans la question des sons.

L'audition s'exerce par deux appareils, c'est-à-dire par deux oreilles internes et par deux nerfs auditifs. L'encéphale reçoit donc la sensation de deux mêmes sons, venant, l'un de l'oreille droite, l'autre de l'oreille gauche. Comment se fait-il pourtant que nous n'ayons la sensation que d'un son unique? Voici la réponse à cette question. Le même son frappe à la fois les deux oreilles; on comprend donc que cette double impression, par sa simultanéité, se confonde en une seule. Cette double sensation est transmise au même instant à l'encéphale et de l'encéphale à l'âme, ce qui ne fait qu'une seule sensation pour l'âme.

Si les deux oreilles donnent, en définitive, une seule sensation, une seule oreille devrait suffire pour produire cette sensation. C'est ce que prouve l'expérience: nous entendons fort bien d'une seule oreille. Cependant la double impression des deux oreilles a son utilité. Celui qui, dans un concert, se boucherait une oreille, ne saisirait pas aussi bien les sons, n'embrasserait pas toute la mélodie des voix, toute l'harmonie des accords. Les deux oreilles se prêtent un mutuel secours. D'ailleurs, comme les sons viennent tantôt de droite, tantôt de gauche, il est bon qu'un organe fonctionne de chaque côté. Dans le cas enfin où l'une des deux oreilles vient à mal fonctionner, l'autre la remplace. Le double organe auditif est donc une sage prévision de la nature.

Nous disions tout à l'heure que le phénomène de l'audition

est rempli de mystères, que la science ne saura probablement jamais dissiper. Le plus grand de ces mystères, c'est la perception que fait notre oreille de la simultanéité des sons les plus divers.

Nous avons expliqué, d'une manière plus ou moins satisfaisante, le mécanisme de l'audition d'après les données de la physique et de la physiologie actuelles, mais nous raisonnions sur une seule onde sonore. Ce n'est pourtant pas une seule onde sonore, ce sont des millions d'ondes qui arrivent à la fois sur la membrane de notre tympan, et ce sont des millions de vibrations d'espèces différentes qui en résultent. Cependant notre âme perçoit chaque son, en le distinguant parfaitement. Il n'y a ni confusion ni mélange de sons divers. Cent instruments exécutent un morceau d'harmonie : une oreille exercée les entend et les distingue tous. La moindre note faussée ou omise est aussitôt reconnue. Parmi ces tons, quelquefois si différents, aucun n'empêche l'autre d'être entendu. Ce phénomène physiologique est un véritable prodige. Comment, en effet, des sons graves, doux, aigus, etc., peuvent-ils être entendus à la fois? Comment chacun peut-il faire vibrer la membrane du tympan d'une manière correspondante à la note émise? Comment les osselets, le labyrinthe, vibrent-ils à la même note, sans produire la confusion et le chaos? On ne réfléchit pas à ce qu'il y a de merveilleux dans le sens de l'audition, parce qu'on l'exerce par habitude et sans en avoir conscience. Il y a là pourtant un abîme pour la physique et la physiologie. Il faut accorder à la pulpe nerveuse de l'oreille interne une sorte d'intelligence, qui lui donne le sentiment de chaque ton. Ce qui le prouve, c'est que l'oreille, tout en étant probablement conformée de la même manière pour tout le monde, est bien différemment musicale suivant les individus. Les uns ont l'oreille fausse et ne s'aperçoivent pas des défauts d'un instrument ou d'une voix, tandis que d'autres ont l'oreille blessée par la moindre discordance des sons. Certains saisissent l'harmonie des accords et leur exactitude avec une prodigieuse facilité, les autres ne peuvent signaler une dissonance. Tel individu est absolument insensible à la plus belle mélodie, tandis que tel autre trouve dans les mêmes accents la source des plus artistiques jouissances.

Un chef d'orchestre dirige cent musiciens, et au milieu d'un déluge de notes qui frappent à la fois son oreille, il reconnaît

une note fausse d'un quart de ton donnée par un instrumentiste. On prétend que dans un cas pareil Cherubini signalait le coupable en brisant son violon sur la tête de l'exécutant fautif.

En commençant cet exposé, nous comparions l'œil à l'oreille et l'audition à la vision. Si nous voulions continuer ce parallèle, nous dirions que si la vue est le sens le plus nécessaire à l'homme, l'ouïe vient ensuite dans l'ordre de l'utilité. La vue nous permet de contempler le spectacle admirable de la nature ; mais combien le tableau serait incomplet et toucherait imparfaitement notre âme, si les sons ne venaient animer et égayer ce qui nous entoure et lui donner la vie! La vue du plus beau paysage nous laisserait froids si les sons résultant des êtres animés n'ajoutaient leurs effets au spectacle que nous contemplons. C'est l'union de la vue et de l'ouïe qui nous fait pleinement jouir de la beauté de la nature et des séductions du monde extérieur; et plus ces deux sens sont exquis, plus notre plaisir est vif. La vue s'adresse surtout à l'intelligence : elle ouvre la carrière à la pensée, elle nous donne les notions de la couleur et de la forme; mais l'ouïe nous donne le langage, sans lequel l'homme vivrait dans la plus triste des solitudes.

L'ouïe sert, en effet, à nous mettre en rapport avec nos semblables par la parole et la conversation. Elle est donc l'organe intellectuel par excellence. C'est le sens de l'ouïe qui permet, conjointement avec le sens de la vue, le développement de nos facultés. Sans l'audition, notre intelligence n'atteindrait jamais la perfection à laquelle elle peut s'élever.

La preuve bien évidente de l'influence fondamentale du sens de l'ouïe sur le développement de nos facultés nous est donnée par le triste état du sourd-muet. Qu'est-ce qu'un sourd-muet? C'est un sourd de naissance. Chez lui, l'organe de la parole est conformé comme chez les autres hommes : la langue, l'arrière-gorge, le larynx, tout l'appareil de la phonation est anatomiquement constitué comme chez le reste des hommes. Seulement, par une fatalité qui pèsera sur la vie entière de cet infortuné, ses nerf auditifs sont frappés de paralysie : il est sourd ! Quand il est venu au monde, son oreille était incapable de percevoir le plus léger son. Dès lors l'éducation de son esprit n'a jamais pu se faire. C'est un homme incomplet, une fraction d'être vivant.

Comme il n'a jamais entendu proférer aucun son, aucune parole articulée, comme il n'a pu répéter, par imitation, le langage des personnes qui l'entourent, il ne sait pas parler. Il n'est pas muet, à la rigueur, puisqu'il possède tous les organes de la phonation; mais il est sourd, et c'est comme s'il était muet de naissance, car les sons qu'il peut émettre ont quelque chose de rauque, de sauvage ou de bestial, sans aucun rapport avec la parole humaine. Si, au lieu d'être venu au monde sourd, l'enfant était né avec un vice anatomique dans les organes de la parole, par exemple avec l'absence ou la paralysie de la langue ou des cordes vocales du larynx, mais en jouissant de l'intégrité du sens de l'ouïe, sa destinée serait peu différente de celle des autres hommes. Sans doute, le muet de naissance ne peut traduire par la parole, par le langage articulé, ses sensations, ses idées, ses besoins, ses passions, sa volonté, ses désirs; mais comme il est en possession de l'ouïe, il peut faire son éducation comme le reste des hommes, et son âme se meuble d'autant d'idées. Sauf la faculté du langage, le muet de naissance est donc un homme comme un autre, et sa destinée est mille fois plus heureuse que celle du sourd de naissance.

Un art attentif et pieux, les méthodes de l'abbé de l'Épée et de Péreire, perfectionnées encore par leurs successeurs et leurs émules, parviennent aujourd'hui à faire, jusqu'à un certain point, l'éducation du sourd-muet. Cette éducation est basée sur la mise en jeu et l'exercice des facultés qui subsistent chez le sourd-muet en dehors de l'audition, surtout sur l'exercice de la vue. On a fini par trouver le moyen d'enseigner au sourd-muet, par les yeux et les gestes, la lecture mentale et l'écriture. Le sort de ces infortunés s'est donc un peu adouci; mais le sentiment de leur état est toujours pour eux une cause de profonde tristesse et de mélancolie. Beaucoup de notions leur restent interdites, et quoi qu'on en dise, leur esprit dépasse rarement une certaine portée.

On remarque, du reste, que l'abolition de l'ouïe porte à la tristesse, tandis que la perte de la vue n'assombrit pas l'âme au même degré. Les aveugles sont généralement gais et communicatifs, tandis que les sourds sont repliés sur eux-mêmes et enclins davantage à la mélancolie. Les sourds sont moins spirituels, moins actifs, moins éveillés que les aveugles. Homère était aveugle et ses chants sont immortels. Milton était

aveugle (fig. 126), et on ne peut lire sans attendrissement les vers qu'il composa à ce sujet, et qui se trouvent dans le premier chant du *Paradis perdu*. On aurait quelque peine à trouver des poètes parmi les sourds.

C'est que l'ouïe est la source de nos jouissances les plus vives. Le rhythme de la parole nous charme et nous entraîne; la poésie, avec ses rimes, sa cadence et ses mesures, nous berce harmonieusement. Quant à la musique, elle nous jette dans un monde idéal, source de jouissances ineffables.

L'ouïe se maintient, dans l'absence ou le repos des autres sens, et c'est même alors qu'elle nous procure les plus douces sensations. Pendant les nuits et les ténèbres, alors que tous les autres sens sont suspendus, l'ouïe persiste, avec le plaisir qu'elle nous procure; de sorte que l'on peut dire que l'ouïe est le sens de la nuit.

Qu'est-ce que la *sérénade*, dont les nations du midi de l'Europe, l'Espagne et l'Italie, conservent la tradition? C'est la musique, c'est la poésie, c'est le sentiment, c'est l'amour, unissant leurs accents et leurs accords, mêlant les instruments et les voix, dans le calme d'une belle nuit.

Au printemps de l'année 1878, Paris reçut la visite d'une *estudiantina española*. La vue de ces jeunes gens, avec leurs pittoresques costumes et leurs joyeuses chansons, causa la plus vive et la plus heureuse surprise à Paris renfermé dans ses tristes préoccupations et ses sombres humeurs. Il apprit, de cette manière, qu'il y a un coin de l'Europe où survivent encore le sentiment et la poésie, l'insouciante gaîté et la naïveté de la jeunesse, le culte respectueux de la femme et l'amour délicat; et il donna des fêtes sans fin à ces bacheliers de la mandoline, à ces maîtres charmants de l'aubade nocturne et de la chanson aux étoiles.

Dans nos villes du midi de la France, on a perdu la tradition de la sérénade, qui subsistait pourtant encore aux temps de mon enfance; mais on a toujours les chœurs chantés à la tierce, dans les rues, pendant les soirées et les nuits. Quel effet délicieux produisent, dans les rues de Toulouse, de Castres, d'Alby, de Montpellier ou de Pau, les chœurs chantés en promenade nocturne par les belles voix méridionales! Avec quel bonheur l'honnête bourgeois enfermé dans sa maison entend retentir ces harmonieux accords dans le silence de la nuit!

Fig. 126. Milton ou le poète aveugle.

Que l'on me permette de placer ici un souvenr personnel. A l'âge de six à sept ans, on me couchait de bonne heure, comme tous les enfants. Dans le salon placé près de ma petite chambre, quelques amis venaient, chaque soir, se joindre à ma sœur et à mes frères, pour chanter et faire ensemble de la musique. Je ne saurais dire quelle impression de ravissement et d'extase faisaient naître dans ma jeune âme les sons des voix et les accords des instruments arrivant jusqu'à mon oreille, au milieu du silence et des ténèbres qui m'environnaient.

On voit souvent à Paris, aux concerts du dimanche du théâtre du Châtelet, ou aux concerts Pasdeloup au Cirque d'hiver, des personnes écouter les symphonies en fermant les yeux. Ce sont là les vrais amateurs ; il faut les honorer et les respecter, car ils savent raisonner leurs impressions et multiplier le plaisir de l'oreille en suspendant le plaisir des yeux.

L'ODORAT

Le siége du sens de l'odorat, c'est la membrane muqueuse qui tapisse l'intérieur du nez et des fosses nasales.

Le nez est formé de deux os qui composent une pyramide triangulaire, adossée, par un de ses côtés, à la partie moyenne de la face, et recouverte par la peau. Son sommet, qu'on nomme la *racine du nez*, se perd dans la région du front. La base est percée de deux orifices, appelés *narines*, séparés par une cloison membraneuse.

La pointe du nez n'est point constituée, comme sa racine, par une partie osseuse : c'est un simple cartilage, ou plutôt une réunion de cartilages soudés entre eux, et qui continuent la partie osseuse de l'organe.

Une peau mince et délicate recouvre os et cartilages.

Les deux ouvertures que le nez présente dans sa partie inférieure et cartilagineuse, c'est-à-dire les ouvertures des narines, précèdent deux cavités, nommées les *fosses nasales*.

Les fosses nasales sont séparées en deux portions symétriques, par une cloison médiane, demi-membraneuse et demi-osseuse.

Les parois des fosses nasales, formées par le concours de plusieurs os de la face et du crâne, contiennent trois replis osseux, nommés *cornets supérieur*, *moyen* et *inférieur*, séparés les uns des autres par des enfoncements, ou *méats*. Les fosses nasales s'ouvrent postérieurement dans l'arrière-gorge : de telle sorte que les narines, grâce aux fosses nasales qui leur font suite, sont en communication directe et constante avec le fond de la gorge ou le *pharynx*, et que l'air pénètre à la fois dans l'arrière-gorge par la

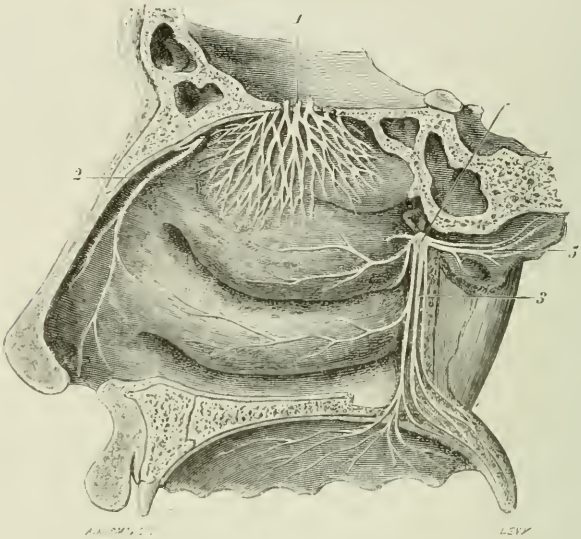


Fig. 127. Coupe verticale des fosses nasales.
1. Nerf olfactif. — 2. Branches du nerf de la cinquième paire. — 3. Nerf palatin antérieur. — 4. Ganglion sphéno-palatin. — 5. Nerf naso-pharyngien.

bouche et par le nez. Ce n'est pas trop de ces deux voies d'accès dans la poitrine pour l'air, l'élément essentiel de la vie, *pabulum vitæ*, comme disaient les anciens.

Les nombreux replis et circonvolutions que présentent les deux cavités des narines et des fosses nasales, sont tapissés par une membrane muqueuse, que l'on désigne sous le nom de *membrane pituitaire*. Par cette quantité de replis et circonvolutions de la membrane pituitaire, la nature a voulu augmenter considérablement les surfaces de contact entre la membrane pituitaire, et l'air chargé d'odeurs ou d'émanations.

La membrane muqueuse pituitaire est, en effet, l'organe spécial de l'odorat.

L'épaisseur de la membrane muqueuse pituitaire est de 3 à 4 millimètres seulement, mais elle est très-riche en vaisseaux, et en filets nerveux qui proviennent de l'épanouissement du nerf *olfactif*, lequel, communiquant directement avec l'encéphale, transmet à cet organe l'impression des odeurs.

Comme on le voit sur la figure 127, qui donne une coupe verticale de la cavité du nez, des cornets et des fosses nasales, le nerf olfactif, en sortant du cerveau, traverse un os criblé de trous, *l'os ethmoïde*, par quinze à vingt filaments, qui vont se distribuer dans la partie supérieure des fosses nasales, *sans descendre plus bas*, notons bien cette particularité.

La membrane pituitaire qui revêt l'intérieur des narines, des fosses nasales et des cornets, est constamment humide. C'est la condition nécessaire pour que les impressions odorantes puissent l'affecter. Une muqueuse entièrement sèche ne percevrait aucune impression.

Lorsque la membrane pituitaire est enflammée, ou simplement irritée, le liquide qu'elle sécrète augmente de quantité, et en même temps il devient plus épais. C'est ce qui oblige fréquemment à se moucher, et l'on a alors ce que l'on nomme vulgairement un *rhume de cerveau*. Ce nom vulgaire est d'ailleurs très-malheureux, car l'inflammation de la muqueuse nasale n'a rien à démêler avec le cerveau. Le mot de *rhume de cerveau* n'est qu'un reste des fausses et ridicules idées des médecins des derniers siècles, qui appelaient *pituite* une prétendue humeur que personne n'avait jamais vue, et que l'on croyait descendre du cerveau dans les fosses nasales. Pour couper court à une erreur grossière, qui entretient une hérésie anatomique, on appelle aujourd'hui *coryza* l'inflammation de la muqueuse des fosses nasales, et il importe de s'en tenir à cette dénomination.

Dans le coryza, la perception des odeurs est abolie; cela se comprend, les fonctions physiologiques d'un organe ne s'exécutant plus quand cet organe est affecté d'une maladie.

Quel est le mécanisme de *l'olfaction*, ou perception des odeurs. L'air est le véhicule des odeurs; c'est l'air qui les transporte à distance. C'est donc à l'entrée des voies aériennes, route que l'air doit suivre avant d'arriver aux poumons, que la nature a placé l'organe de l'odorat. Pour pénétrer dans les poumons, l'air

passe en partie par la gorge, en partie par le nez. C'est dans ce dernier trajet qu'il rencontre la membrane pituitaire, et qu'il fait éprouver l'impression des odeurs aux fibres terminales du nerf olfactif ramifiées dans l'épaisseur de cette membrane.

Chez l'homme, comme on le voit très-bien par la figure 125, les ramifications du nerf olfactif s'arrêtent à la partie supérieure des fosses nasales et ne descendent pas plus bas. La partie moyenne et inférieure des fosses nasales, ainsi que les narines, sont très-pauvres en nerfs. Pour que l'impression des odeurs se fasse, il faut donc que l'air pénètre jusqu'à la partie supérieure des fosses nasales. Le nez fonctionne ici comme une sorte de cheminée d'appel, car il s'élargit à sa base, c'est-à-dire aux narines, et il se rétrécit au sommet, dans la région frontale. Il attire donc l'air chargé de principes odorants dans la partie supérieure des fosses nasales, qui seules reçoivent les ramifications du nerf olfactif.

La volonté peut accroître l'énergie du sens de l'olfaction. Si nous voulons savourer ou étudier un principe odorant, nous multiplions les inspirations, en les faisant courtes et répétées. Si l'on veut éviter une odeur désagréable, il faut produire une forte expiration par le nez et respirer par la bouche. Alors le voile du palais s'élève, et ferme entièrement l'ouverture des fosses nasales dans l'arrière-gorge.

Comme les fosses nasales s'ouvrent dans l'arrière-gorge, on pourrait, à la rigueur, sentir les odeurs par la bouche. On en a la preuve en portant dans la bouche une fleur très-odorante. Ce qui démontre encore que l'on peut sentir les odeurs par la bouche, c'est que l'arome des aliments très-odorants se perçoit facilement pendant la mastication. Cette impression toutefois n'est pas durable, car la persistance de l'impression émousse la sensibilité de la membrane pituitaire, et l'arome des aliments cesse bientôt de se faire sentir.

L'odorat est d'autant plus développé que les replis de la membrane pituitaire sont plus nombreux. Les *cornets supérieur* et *inférieur* des fosses nasales n'ont pas d'autre destination. Aussi ces replis sont-ils très-nombreux chez les animaux dont l'odorat est beaucoup plus actif que celui de l'homme, par exemple chez le chien. C'est à de prodigieuses distances que le chien flaire le gibier.

« Les mammifères, dit Buffon, sentent de plus loin qu'ils ne voient Non-seulement ils sentent de très-loin les corps présents et actuels, mais encore ils en sentent les émanations et les traces longtemps après leur absence. Un tel sens est un organe universel de sentiment. C'est un œil qui voit les objets non-seulement où ils sont, mais encore partout où ils ont été. »

Le sens de l'odorat n'atteint jamais chez l'homme l'exquise sensibilité qu'il présente chez divers animaux. On prétend que certains peuples sauvages, tels que les Indiens de l'Amérique du nord, reconnaissent leurs ennemis à l'odeur ; et l'on assure que les nègres d'Afrique distinguent aux émanations laissées dans l'air les traces d'un nègre de celles d'un blanc. Sans doute l'éducation et l'exercice peuvent perfectionner chez l'homme le sens de l'olfaction, mais dans tous les cas que l'on cite, les sens de la vue et de l'ouïe paraissent plutôt la cause du discernement signalé. La vérité est que l'olfaction est un sens à l'état d'ébauche dans notre espèce.

Le physiologiste Gerdy disait que l'organe de l'odorat était le conseiller de l'estomac. Il est certain que nous aspirons avec plaisir l'odeur des aliments quand nous sentons de l'appétit, et que leur odeur nous répugne dès que a faim est satisfaite. A ce point de vue, l'opinion de Gerdy serait fondée, et l'estomac prendrait conseil du nez.

Ce qui est moins contestable, c'est que le sens de l'odorat est le complément de celui du goût. Des aliments et des boissons qui n'auraient autre chose que de la saveur, et seraient entièrement dépourvus d'arome, ne nous donneraient qu'une demi-satisfaction, qu'une sensation grossière et sans finesse. Ce qui le prouve, c'est que lorsqu'on est atteint du *coryza*, qui abolit l'impression des odeurs, on trouve peu de plaisir aux repas. Le goût, lorsqu'il ne perçoit que des saveurs, lorsqu'il est pour ainsi dire réduit à lui-même, est toujours bien insuffisant.

Nous venons de dire que c'est l'air qui porte dans les fosses nasales l'impression des odeurs. Mais qu'est-ce qu'une odeur, prise en elle-même, considérée dans sa nature propre? Voilà une question à laquelle il est impossible de répondre. L'odeur ne consiste pas, comme le son, en une vibration communiquée à l'air. Elle ne ressemble pas davantage à la lumière, ni à l'électricité. On l'explique communément par la volatilisation d'une par-

tie du corps odorant, les molécules de ce corps se transportant ainsi jusqu'à nos organes sensoriels. Il faut pourtant reconnaître que l'expérience et les faits acquis donnent à cette explication théorique des démentis irrécusables.

On a constaté que 5 centigrammes de musc placés dans une chambre, au fond d'un vase tenu ouvert, remplissent cette chambre de leurs émanations pendant plusieurs années, et que si, après cet intervalle de temps, on pèse ce même fragment de musc, on lui trouve absolument le même poids.

Haller rapporte, dans ses *Elementa physiologiæ*, que des papiers qu'il avait parfumés au moyen d'un grain (5 centigrammes) d'ambre gris, conservaient encore leur odeur au bout de quarante ans.

On sait que le chien de chasse poursuit un lièvre pendant des journées entières, en se guidant d'après les seules émanations odorantes qui se dégagent du malheureux animal. Si les émanations du lièvre consistaient en particules matérielles, son corps ne suffirait pas, selon nous, à une pareille dissémination. A la fin de la journée, le lièvre tout entier se serait évanoui en émanations odorantes, en fumet!

On comprend difficilement sans doute, d'après les idées généralement admises, qu'un corps puisse être odorant sans qu'il s'en dégage quelque chose ; mais il ne faut pas craindre d'avouer notre ignorance devant les faits naturels, et ne pas s'obstiner à vouloir résoudre un problème vital quand il résiste à nos explications. La cause de la nature des odeurs échappe, nous le répétons, à nos théories.

Ajoutons que l'on ne possède aucun appareil pour mesurer l'intensité des odeurs, pour les comparer, pour les étudier entre elles.

Les odeurs sont des corps insaisissables. Il nous est même impossible de les grouper d'une manière satisfaisante. Linné essaya de les classer. Ils les distinguait en *aromatiques*, — *fragrantes*, — *ambrosiaques*, — *alliacées*, — *fétides*, etc. Fourcroy proposa une autre distribution. On n'a jamais tenu compte des classifications des odeurs proposées par Linné ou Fourcroy, car il est impossible de bien grouper des substances dont on ne connaît pas la nature. Aussi la classification des odeurs compte-t-elle autant de variantes que d'auteurs qui s'en sont occupés.

La confusion que nous présentent les idées des savants en ce qui concerne les odeurs, se retrouve dans les goûts et préférences des peuples sous le même rapport. L'*assa-fœtida*, dont l'odeur inspire à l'Européen une répugnance que caractérise suffisamment le nom donné à cette racine, fait les délices des Chinois, des Persans et de beaucoup d'autres peuples de l'Orient. Cette résine sert, en ces pays, de condiment aux mets les plus recherchés. L'*assa-fœtida* était également très-estimée chez les anciens Romains, qui en assaisonnaient leurs aliments et leurs boissons.

Le Lapon et l'Esquimau adorent l'odeur de l'huile de baleine, qui nous cause des nausées, et les Russes se délectent à l'odeur des choux aigris.

Le système nerveux est très-diversement impressionné par les odeurs, sans qu'on puisse expliquer des effets aussi anormaux.

Louis XIV était désagréablement impressionné par les odeurs réputées les plus suaves, comme le musc, la tubéreuse, etc.

La Mothe le Vayer ne pouvait souffrir le son d'aucun instrument, et Favoriti, poète italien, mort en 1682, ne pouvait supporter l'odeur de la rose.

Orfila, dans sa *Toxicologie*, cite le cas d'un individu qui tombait évanoui en respirant une décoction de graine de lin.

Henri III ne pouvait demeurer seul dans une chambre où se tenait un chat.

Le duc d'Épernon, contemporain de ce roi, s'évanouissait à l'odeur d'un levraut.

Le maréchal de Brézé (1650) perdait connaissance quand il voyait un lapin, parce que la vue ou l'odeur de cet animal lui rappelait un meurtre qu'il avait ordonné.

Carraccioli, favori de la reine de Naples Jeanne II, s'enfuyait à l'odeur et à la vue d'une souris.

Érasme ne pouvait sentir le poisson sans avoir la fièvre, et Scaliger frémissait de tout son corps en voyant du cresson.

Wladislas, roi de Pologne, se troublait et prenait la fuite quand il voyait des pommes, et l'astronome Tycho-Brahé sentait ses jambes défaillir à la rencontre d'un lièvre ou d'un renard.

Le chancelier Bacon tombait en défaillance lorsqu'il y avait éclipse de lune, et Bayle, l'auteur du *Dictionnaire philosophique*,

avait des convulsions lorsqu'il entendait le bruit que fait l'eau coulant d'un robinet.

Le maréchal d'Albret se trouvait mal dans un repas où l'on servait un marcassin ou un cochon de lait.

Le maréchal César Phœbus d'Albret se rattachait par sa naissance à la mère de Henri IV, Jeanne d'Albret, fille elle-même de Henri II. Il descendait d'Étienne, bâtard d'Albret, son bisaïeul, et de Françoise de Béarn, dame de Miossens. Il apprit la guerre en Hollande, sous Maurice d'Orange, et servit longtemps dans ce pays. A son retour en France, en 1646, il fut fait maréchal de camp. Il prit part aux sièges de Mardyck et de Dunkerque. Son dévouement à la reine mère Anne d'Autriche et au cardinal Mazarin, pendant les troubles de la Fronde, contribua, autant que ses services, à lui faire obtenir le bâton de maréchal de France, le 15 février 1654. Comme on savait, dans l'armée française, que la vue d'un marcassin faisait tomber le maréchal d'Albret en défaillance, le maréchal de Clérambault demandait « si ce ne serait pas se battre avec avantage contre le maréchal d'Albret que de se présenter à lui une tête de cochon à la main ».

Ce n'est pas seulement, on le voit, dans les grands problèmes, dans les hautes questions de la physiologie, que le doute et les mystères nous environnent. On se trouve souvent arrêté et à court d'explications en présence des faits les plus simples, des circonstances les plus vulgaires, et qui sont, pour ainsi dire, mêlées à notre vie de chaque jour.

Nous ne terminerons pas ce qui concerne le sens de l'odorat sans dire quelque chose de l'organe essentiel de ce sens précieux, c'est-à-dire du *nez*, dont nous n'avons parlé dans ce qui précède qu'au point de vue anatomique.

Le nez paraît avoir, entre autres usages physiologiques, celui de préserver la membrane pituitaire, siège essentiel de l'olfaction, de l'impression immédiate de l'air, qui altérerait la sensibilité de cette membrane. Ce qui le prouve, c'est que l'ablation du nez, supplice qui est encore en usage chez les Orientaux, abolit l'odorat.

Mais le nez ne sert pas seulement à l'olfaction. Il sert à la respiration, au renforcement des sons et à l'écoulement des larmes par le canal lacrymal.

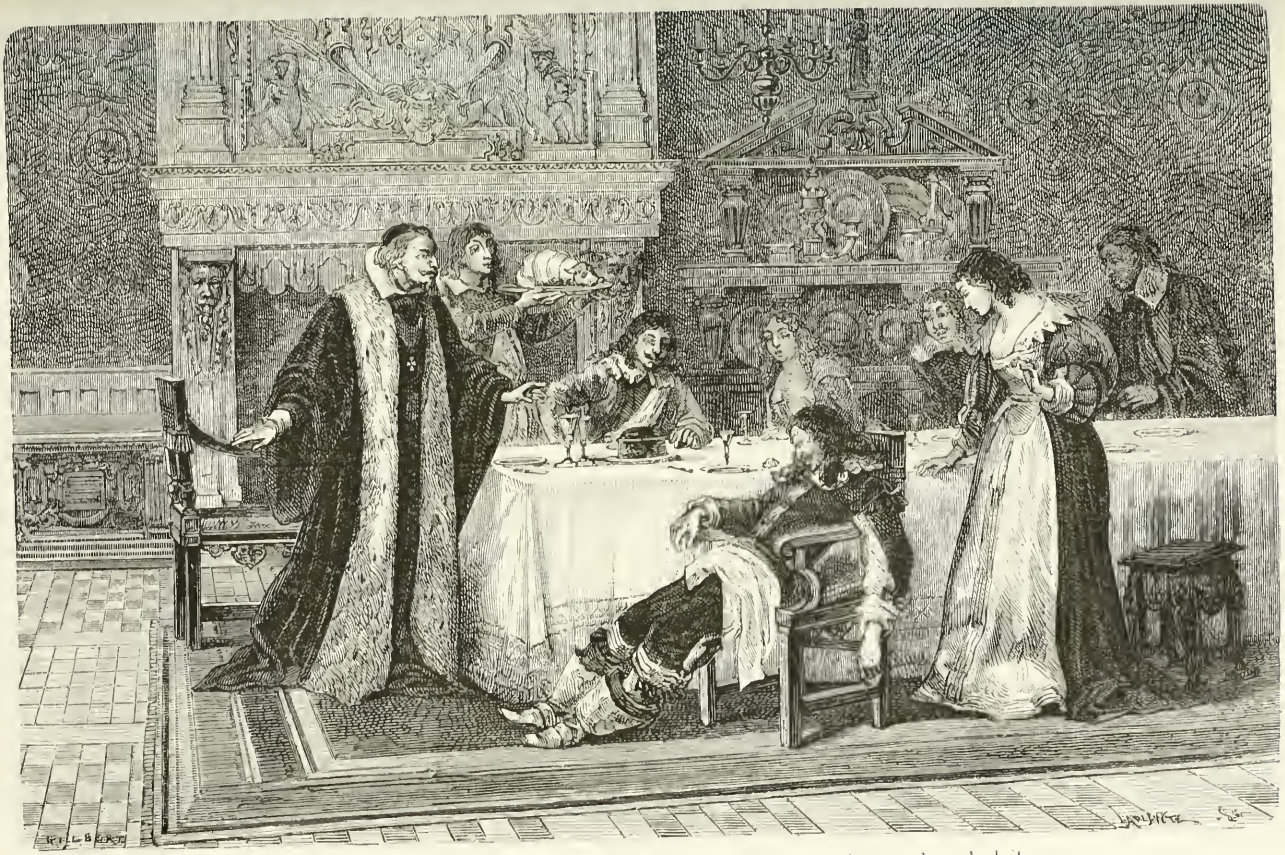


Fig. 128. Le maréchal d'Albret tombe en défaillance à la vue d'un cochon de lait.

La forme extérieure du nez varie beaucoup selon les âges, les individus, et surtout selon les peuples. Ce caractère constitue quelquefois le type de certaines races. Les Nègres, les Hottentots, les Esquimaux, ont le nez camus et écrasé. Chez les Mongols, le nez est petit; il est plus ou moins proéminent dans la race caucasique.

Les peuples Tartares ont généralement le nez plat et enfoncé. Les Juifs ont le nez aquilin. Chez les Anglais, le nez est cartilagineux et rarement pointu. En Hollande, les beaux nez sont très-rares. Examinez les tableaux de Rubens et de Van Dyck et vous en serez convaincu. Au contraire, chez les Italiens, le nez a tous les caractères de la distinction. En France, le nez est vraiment caractéristique : les beaux nez y sont la règle.

L'homme est à peu près le seul être vivant qui ait un véritable nez élevé et proéminent.

On ne peut citer parmi les mammifères qu'un seul genre, le genre *Nasique* faisant partie de la famille des Quadrumanes, tribu des Semnopithèques, qui soit pourvu d'un nez, ou plutôt d'un appendice nasal. Ce nez, très-mince et de forme assez singulière, dépasse en longueur celui des hommes les mieux gratifiés sous ce rapport. Cette particularité distingue ces singes de tous les autres.

Les *Singes nasiques* habitent l'île de Bornéo, où ils vivent en troupes nombreuses, au milieu des forêts. Les naturels de Bornéo prétendent que ces singes sont des hommes qui se sont retirés dans les bois, pour ne pas payer d'impôts au gouvernement de l'île, et ils ont la plus grande considération pour un être qui a trouvé un si bon moyen de se dérober aux charges de l'État.

Si l'on excepte le genre de singes que nous venons de mentionner, tous les mammifères n'ont guère que des *narines* ou des *naseaux*. Bien plus, les mammifères seuls sont pourvus de narines. Les oiseaux, les reptiles, etc., ont, à la place des narines, de simples trous.

Le nez n'est pas entièrement immobile, et quelques-uns de ses mouvements contribuent à donner de l'expression à la figure. En se fronçant, il concourt à peindre l'horreur, la répugnance, le dédain, etc. *Froncer le nez*, selon l'expression vulgaire, c'est exprimer du mécontentement ou du mépris.

N'étant que le prolongement et comme l'achèvement du front,

le nez offre, comme le front, une sorte d'effigie de l'esprit et une sorte de programme du caractère de l'individu. Le nez et le front sont presque toujours dans un accord parfait, comme signes révélateurs du caractère: ce que le nez annonce, le front le confirme. Tel nez, tel front, tel esprit.

Ce n'est que vers l'âge de quatorze à quinze ans, c'est-à-dire à l'époque de la puberté, que le nez prend la forme qu'il doit conserver. Jusque-là il est impossible de prévoir quelle sera sa forme, ou son volume. L'époque où il s'achève est celle où le tempérament se décide, où le corps prend de la force, ou reste faible pour toute la vie; de sorte que le nez se trouve contemporain des penchants, du tempérament et des passions.

Les anciens considéraient comme le type des belles physionomies celles qui présentaient un nez sans racine, se continuant en ligne directe avec le front. C'est le nez qu'on trouve aux statues grecques représentant les héros ou les dieux.

Il est rare de rencontrer aujourd'hui ces nez perpendiculaires, et selon Lavater, le célèbre créateur de la *Physiognomonie*, ce caractère n'est pas à rechercher. Lavater prétend « qu'un nez n'est physionomiquement bon, grand ou spirituel, qu'autant qu'il présente des inflexions douces, des ondulations légères ou des entailles plus ou moins marquées. » Lavater ajoute: « Où vous ne trouverez pas une petite inclinaison, une espèce d'enfoncement dans le passage du front au nez, à moins que le nez, ne soit fortement recourbé, n'espérez pas découvrir le moindre caractère de noblesse et de grandeur. »

Le nez conformé comme le veut Lavater s'appelle *nez aquilin* (du latin *aquila*, aigle).

Un nez aquilin annonce, en général, de la hauteur et de l'ambition. César et Napoléon Ier avaient des becs d'aigle.

Les anciens Persans attachaient tant d'importance au nez aquilin ou très-élevé, qu'ils n'auraient pas accepté pour roi un prince au nez autrement conformé. Les Persans modernes sont moins exigeants. Le Shah que Paris a reçu en 1878 était pourvu d'un nez fort beau assurément, mais qui n'était pas positivement aquilin.

On comprend du reste que les grands nez soient honorés des peuples. Un grand nez s'accompagne d'ordinaire d'une barbe épaisse; les yeux sont noirs ou bruns, les cheveux noirs ou rudes. La plupart des grands politiques, les plus célèbres am-

bitieux, beaucoup de grands poètes et d'illustres prosateurs, se sont fait remarquer par des nez d'une grande dimension. Cyrus, Constantin, Machiavel, Louis XI, Catilina, la plupart des écrivains du siècle de Louis XIV, tels que Molière, Boileau, plus tard Schiller, Cuvier, etc., etc., étaient magnifiquement dotés en ce qui concerne l'appendice nasal.

Un nez médiocre et effilé est l'indice d'une vive sensibilité, de l'imagination et de l'enthousiasme, quelquefois de la finesse, de l'habileté et de l'astuce. Un nez petit et bien fait distingue les gens nerveux.

Un nez court, ramassé, aux ailes épaisses, pâles et boursouflées, est le signe d'un tempérament lymphatique et d'une constitution scrofuleuse. Presque toujours ces nez écourtés et épais s'associent à de grosses lèvres et à des cheveux blonds; la barbe est alors ou nulle ou étiolée. Des nez semblables annoncent peu d'énergie, peu de constance et peu de jugement.

Les hommes colères ont, en général, un nez court et subitement arrondi, accompagné de sourcils épais et désordonnés.

Les nez perpendiculaires supposent une âme qui sait agir et souffrir tranquillement et avec énergie.

Un nez dont l'épine est large, qu'il soit droit ou courbé, annonce des facultés supérieures.

Nous extrayons ces pronostics physiognomoniques des ouvrages consacrés à l'art de la *physiognomonie*, sans précisément en répondre, mais pour résumer les études faites sur ce sujet par Lavater et par des observateurs consciencieux.

D'après Lavater et Winckelmann, voici quelle doit être la conformation d'un nez pour être reconnu parfaitement beau.

1° Sa longueur doit être égale à celle du front.

2° Il doit avoir une légère cavité à côté de sa racine.

3° Vue par devant, l'épine doit être large et presque parallèle des deux côtés, mais il faut que cette largeur soit un peu plus sensible vers le milieu.

4° Le bout, ou la pomme du nez, ne sera ni dur, ni charnu; le contour inférieur doit être dessiné avec précision et correction: ni trop pointu ni trop large.

5° De face, il faut que les ailes du nez se présentent distinctement et que les narines se raccourcissent agréablement au-dessus.

6° Dans le profil, le bas du nez ne doit avoir qu'un tiers de sa longueur.

7° Les narines doivent aller plus ou moins en pointe et s'arrondir par derrière ; elles doivent être en général cintrées et partagées en deux parties égales par le profil de la lèvre supérieure.

8° Vers le haut, il joindra de près l'arc de l'œil, et sa largeur du côté de l'œil sera au moins d'un pouce.

Un nez retroussé, s'il n'est pas démenti par les yeux ni la bouche, trahit un caractère sensuel. Tel était le nez de Socrate, celui de Barthez, celui de Gall.

Un petit nez retroussé, de très-petits yeux et des sourcils saillants caractérisent un homme désagréable et quinteux, à l'esprit mordant et satirique, qui ne sait pas retenir sur ses lèvres un mot sanglant.

Les nez retroussés dénotent chez les femmes la pétulance et la sensualité. On nomme communément cette forme de nez, chez les femmes, *nez à la Roxelane*.

Les narines petites sont le signe d'un esprit timide. Au contraire, les ailes du nez bien dégagées, bien mobiles, dénotent une grande délicatesse de sentiments, qui dégénère facilement en sensualité. La *Joconde* de Léonard de Vinci, que l'on voit au musée du Louvre, présente ces caractères physiognomoniques.

Des nez qui se courbent au haut de la racine, dénotent un caractère impérieux. Ce signe caractéristique existe chez les Bourbons de France.

« Un nez qui réunit toutes les perfections exprime, dit Lavater, tout ce qui peut s'exprimer. »

Lavater, né en 1741, était pasteur principal de l'Église réformée de Zurich. Son imagnation ardente et son excessive sensibilité lui valurent la carrière la plus accidentée et la plus tourmentée. Protestant et ecclésiastique convaincu, il s'était voué à combattre les sectes opposées au christianisme, et il passa sa vie à écrire, à rimer, à voyager, pour se mettre en rapport avec tous les hommes distingués de son temps. Il eut des entrevues avec Mesmer et Cagliostro. Un penchant décidé pour le merveilleux gâtait la naïveté de son enthousiasme. Il joignait à l'exaltation de J.-J. Rousseau le mysticisme de Klopstock, et à la pieuse tendresse de Fénelon la science équivoque et les superstitions de Corneille Agrippa. Aucun mystère n'effrayait l'ardeur de son esprit ; aucun miracle, si controversable qu'il fût, ne le trouvait hésitant. Quoique consciencieusement chrétien et pro-

testant orthodoxe, il était sans cesse à l'affût des nouveautés religieuses, et la discussion faisait ses délices : si bien qu'on le persécuta comme hérétique, uniquement parce qu'il s'était montré trop religieux. Il passa la moitié de sa vie à écrire des livres de

Fig. 129. Lavater.

controverse théologique, et le reste à voyager, pour chercher les éléments de son système physiognomonique.

Les combats, les injures, les calomnies qu'il avait eu à essuyer pendant la première partie de sa vie, amenèrent le pasteur de Zurich à cultiver et à perfectionner le don naturel qu'il avait reçu de reconnaître par les traits de la physionomie les caractères des hommes. Disons toutefois que l'art de connaître les pensées,

les sentiments, les passions, les habitudes par la physionomie, résulte d'une sorte d'instinct personnel, qui ne peut être réduit en principes dogmatiques. L'ouvrage de Lavater, *Essais physiognomoniques*, d'ailleurs très-décousu, renferme des remarques pleines de justesse et de sagacité ; mais on ne deviendra pas physionomiste en étudiant ce livre, parce qu'on naît physionomiste et qu'on ne le devient pas, de même que l'on naît rôtisseur et qu'on ne le devient pas[1]. Aussi peut-on dire que la vie active de Lavater valut mieux que ses écrits, sans en excepter les *Essais physiognomoniques*.

C'est dans cet ouvrage, dont le premier volume parut en 1775, que l'on trouve exposés les principes qui doivent guider, selon Lavater, dans l'examen de la physionomie.

Lavater mourut à Zurich, le 2 janvier 1801, des suites d'une blessure qu'il avait reçue en soignant les soldats français à la bataille de Zurich, livrée en 1800.

LE GOUT

Le *goût* est le moins connu de tous nos sens, par cette raison que l'on ne sait pas bien quelle est la cause des saveurs.

Le goût a son siège dans la membrane muqueuse qui recouvre la langue. On croyait autrefois que la voûte du palais et les joues étaient, comme la langue, le siège du goût ; mais on s'accorde aujourd'hui à localiser cette sensation dans la membrane muqueuse de la langue.

Dans le chapitre de la *Digestion*, nous avons décrit sommairement la langue. Nous entrerons à propos du goût dans quelques développements sur ce même organe.

La figure 130 donne une coupe de la langue, avec les muscles qui mettent cet organe en action, et les nerfs qui accompagnent ces muscles.

Les muscles de la langue s'attachent, par une de leurs extrémités, à l'*os hyoïde* et à l'*os maxillaire inférieur*, et par l'autre extrémité à la membrane muqueuse de cet organe.

1. « On devient cuisinier, mais on naît rôtisseur. » Brillat-Savarin, *La Physiologie du goût* (Aphorismes).

La membrane muqueuse qui enveloppe la langue de toutes parts, est très-mince à sa partie inférieure, et très-épaisse sur sa face supérieure. Là s'élèvent ce que l'on nomme les *papilles linguales*, sorte d'éminences rugueuses, de renflements ou d'épanouissements divers de la membrane muqueuse, qui sont remplies, à l'intérieur, par les ramifications du nerf lingual et par de nombreux petits vaisseaux sanguins.

Ce sont les ramifications du *nerf lingual* et celles du nerf *glosso-*

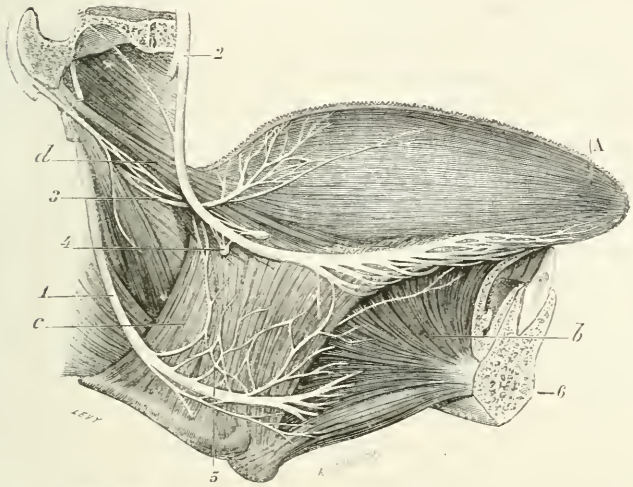


Fig. 130. Coupe de la langue, avec les nerfs qui s'y distribuent.

1. Nerf grand hypoglosse. — 2. Nerf lingual. — 3. Nerf glosso-pharyngien. — 4. Ganglion sous-maxillaire. — 5. Anastomose du nerf lingual avec le nerf grand hypoglosse. — 6. Coupe de l'os maxillaire inférieur. — A. Langue. — *b*. Muscle génio-glosse. — *c*. Muscle hyo-glosse. — *d*. Muscle stylo-glosse.

pharyngien qui procurent la sensation des saveurs. Le nerf glosso-pharyngien se distribue au tiers postérieur de la membrane muqueuse de la langue et lui donne la sensibilité gustative.

Le rôle des papilles linguales, par lesquelles se terminent les ramifications du nerf lingual et du nerf glosso-pharyngien, c'est d'augmenter les points de contact entre les corps sapides et la muqueuse, pour retenir plus longtemps ces corps à la surface sensible.

Longet et d'autres observateurs ont essayé de reconnaître les points de la cavité buccale qui sont particulièrement le siège du goût. Pour cela, on porte, au moyen d'une petite éponge attachée à l'extrémité d'une tige de baleine, les substances gustatives sur les différentes parties de la bouche. On a reconnu ainsi que la langue, surtout sa base, ainsi qu'une partie de l'arrière-gorge, sont le siège de cette sensation. Le goût est très-obtus à la voûte du palais et nul sur la muqueuse des joues.

Il y aurait, en effet, inconvénient à ce que les joues participassent à la sensation du goût. S'il en était ainsi, c'est-à-dire si nous percevions par les parois latérales de la bouche la saveur des aliments, nous aurions une tendance à ramener sans cesse ces aliments vers les joues ; tandis que, la partie la plus sensible pour le goût se trouvant à la base de la langue et dans l'arrière-bouche, nous sommes conduits à porter le bol alimentaire, quand il est suffisamment mâché, au fond de la gorge, c'est-à-dire au point même où doit s'en opérer la déglutition. Sans cette circonstance, la mastication prendrait un temps infini : nous promènerions sans cesse les aliments dans la bouche, et nous songerions à peine à les avaler. Au contraire, la déglutition s'opérant d'une manière pour ainsi dire automatique, cet acte essentiel de la digestion s'accomplit dès que le bol alimentaire touche le fond de la gorge.

Quelques physiologistes ont fait cette observation curieuse, que les corps sapides présentent une saveur différente selon les points de la langue ou de la cavité buccale avec lesquels ils sont en contact. Le nitre (azotate de potasse) manifeste une saveur fraîche et piquante à la pointe de la langue, et une saveur amère à sa base. L'alun, qui donne une saveur acide et astringente à l'extrémité de la langue, n'a qu'une saveur douceâtre et nullement acide, si on le porte au fond de la bouche.

Il paraît que la pointe de la langue perçoit surtout les saveurs sucrées et sa base les saveurs amères.

La quantité de matière nécessaire pour impressionner l'organe du goût varie selon les substances. Il faut une quantité, pour ainsi dire, impondérable du fruit de la coloquinte pour donner la saveur amère. Certains brasseurs, par une fraude coupable, communiquent la saveur amère à leur bière avec de la strychnine, extraite de la noix vomique, ou avec une simple infusion de noix vomique. Or des quantités infinitésimales de

strychnine suffisent pour donner à la bière une amertume prononcée. La limonade sulfurique, dont on se sert, dans les hôpitaux, pour traiter les malades atteints de coliques de plomb, ou pour répondre à diverses indications de l'administration des acides minéraux, ne renferme qu'une très-faible proportion d'acide sulfurique (1 centigramme dissous dans un litre d'eau), et pourtant sa saveur acide est très-forte, elle agace vivement les dents. Il faut, au contraire, une assez grande quantité de sucre pour que la saveur de cette substance soit perçue. Un verre d'eau sucrée est insipide s'il ne renferme pas 12 grammes de sucre par litre d'eau.

Nous disions plus haut que l'on ne sait rien encore sur la nature et la cause des saveurs, c'est-à-dire sur la particularité physique ou chimique qui donne aux corps la faculté d'impressionner l'organe du goût. Aussi faut-il renoncer à classer scientifiquement les saveurs. Linné divisait les saveurs en salées, — visqueuses, — styptiques, — grasses, — âcres — et douces; mais cette classification ne représente que l'observation la plus grossière.

Ce qui rend à peu près impossible l'étude scientifique des saveurs, c'est que la sensation du goût est constamment mêlée à celle de l'odorat. Toute substance portée sur la langue impressionne à la fois la langue, les fosses nasales, les nerfs lingual et olfactif. Or, les odeurs nous étant absolument ignorées encore dans leur essence, il est impossible de rien démêler de précis en ce qui concerne la saveur seule.

La saveur de la plupart des aliments solides et liquides est due le plus souvent à l'arome qui se dégage dans la bouche, et qui va impressionner la membrane pituitaire, par la voie des fosses nasales, ainsi que nous l'avons noté en recherchant le siège physiologique de la sensation des odeurs.

Nos lecteurs pourront avoir facilement par eux-mêmes la preuve de ce fait, que la saveur des substances est due, pour la plus grande partie, à l'odeur qu'elles répandent. S'ils ont à avaler un breuvage désagréable, par exemple un verre d'eau de Sedlitz ou d'huile de ricin, ou bien encore une simple cuillerée d'huile de foie de morue, qu'ils aient la précaution de se pincer le nez en avalant la drogue. Cette occlusion du nez, accompagnée de pression, n'a pas seulement pour résultat d'empêcher purement et simplement l'entrée de l'air par les fosses nasales,

elle suspend toute respiration par le nez, c'est-à-dire s'oppose au rapide courant d'air qui entraîne les particules odorantes, comme par une cheminée d'appel, jusqu'au sommet des fosses nasales, là où s'épanouissent les ramifications du nerf olfactif.

En se pinçant ainsi le nez, on peut avaler impunément les choses les plus désagréables, telles que l'eau de Sedlitz, l'huile de ricin, l'huile de foie de morue, le quassia, la coloquinte.

Répétez la même expérience avec les substances agréables au goût, telles que le vin, le thé, le café, le chocolat, vous reconnaîtrez que toutes ces substances paraissent sans saveur si vous vous pincez le nez en les avalant. C'est pour cela que lorsqu'on est atteint d'un violent *coryza*, état dans lequel l'odorat est à peu près aboli, on ne reconnaît aucun goût aux aliments. On trouve aux truffes et au vin de Champagne le goût du papier ou de l'éponge.

C'est à M. Chevreul que sont dues ces curieuses remarques.

Tout cela donne à réfléchir. Si le goût est aboli en même temps que l'odorat, si l'arome est la condition nécessaire à la saveur d'un corps, il en résulte que les saveurs pourraient bien n'être que des apparences trompeuses, en d'autres termes, qu'odeur et saveur seraient synonymes.

Ajoutons que les impressions produites sur l'organe du goût sont singulièrement variables. Elles dépendent de l'état de vacuité ou de plénitude de l'estomac, de l'état de santé ou de maladie. Un aliment qui nous plaît au commencement d'un repas, nous répugne à la fin. Certaines maladies et l'état de grossesse produisent de singulières aberrations du goût. Les jeunes filles adorent les fruits verts, qu'elles détestent un peu plus tard. Les habitants du Groenland se nourrissent d'huile de poisson et d'huile de baleine, qui provoqueraient des vomissements aux habitants du reste de l'Europe. Les Abyssiniens n'aiment que la viande crue, tandis que les Occidentaux ont beaucoup de peine à avaler la viande non cuite, même à titre de médicament. Dans un même pays, selon sa position géographique, le même aliment inspire de l'attrait ou du dégoût. Dans le midi de la France, on ne redoute point les escargots crus, tandis que dans le Nord on tolère à peine sur les tables ces mollusques cuits, même avec un assaisonnement très-calculé. Les huîtres, que certaines personnes adorent, n'inspirent à d'autres que de la répulsion.

Chacun a ses antipathies et ses sympathies en fait d'aliments. La sagesse nous commande de faire l'éducation du sens du goût et de prendre de bonne heure l'habitude d'une alimentation très-variée. L'éducation doit nous enseigner à trouver bon tout aliment salubre, à triompher de la répugnance ou des préjugés qu'ils font naître.

A la fin du siècle dernier, c'est-à-dire à l'époque de son importation d'Amérique, la pomme de terre rencontra en France une résistance universelle. On trouvait au tubercule que prônait Parmentier, et que recommandait le roi Louis XVI, un goût détestable. On l'accusait de toutes sortes de méfaits, entre autres de produire la lèpre. On ne savait pas bien en quoi consistait la lèpre; mais on était certain que la pomme de terre donnait la lèpre, et cela suffisait. Aujourd'hui, ce souvenir nous fait rire.

Un exemple plus récent prouvera que les préjugés contre les substances alimentaires sont de tous les temps. Avant l'année 1860, la viande de cheval soulevait parmi nous un dégoût général. Les écrivains et les économistes s'appliquèrent en vain, de 1860 à 1870, à combattre le préjugé qui portait à repousser l'usage alimentaire de la viande de cheval. Mais vint le blocus de Paris par les Prussiens en 1870-1871, et l'on reconnut alors combien les savants avaient été bien inspirés en recommandant pendant dix ans à la population française de s'efforcer de triompher de sa répugnance pour la viande de cheval. Les chevaux abattus pendant le siège empêchèrent les Parisiens de mourir de faim ou de maladies, et l'usage alimentaire de la viande de cheval a survécu au siège. Aujourd'hui, on compte dans Paris plus de 300 boucheries où la viande de cheval se débite sous les formes les plus variées, sans compter les grandes quantités de la même viande qui se vendent frauduleusement comme bœuf ou vache. A Lyon et dans toutes les grandes villes de la France, on suit l'exemple donné par la capitale.

La découverte de ce fait que les saveurs ne sont peut-être autre chose que des odeurs, a conduit M. Chevreul à faire une classification des saveurs en rapport avec l'état actuel de la science. M. Chevreul distingue les corps sapides en quatre classes : 1° ceux qui n'agissent que sur la langue, comme les substances non volatiles, par exemple le sable ou le cristal de roche; — 2° ceux qui agissent sur la langue et sur le système

olfactif, tels que certains métaux odorants, le cuivre par exemple; — 3° ceux qui agissent sur la langue et le goût, comme le sel marin et le sucre; — 4° ceux qui affectent à la fois le tact de la langue, le goût et l'odorat, comme certaines essences.

L'exercice perfectionne beaucoup le sens qui nous occupe. Les dégustateurs de profession arrivent à reconnaître dans les vins des différences qui sont tout à fait inappréciables pour des personnes non exercées. Le professeur Bouchardat, grand œnologue, comme chacun sait, distingue avec une singulière sûreté de goût les âges et provenances des différents crus des vins de Bourgogne.

Le sens du goût s'affaiblit par l'impression répétée des corps trop sapides. Les personnes qui font habituellement usage de liqueurs et d'aliments très-épicés, arrivent à ne pouvoir plus rien apprécier de ce qui leur est servi.

Chez l'enfant et chez le jeune homme, ce sens est peu développé, parce que l'on n'attache, à cette époque de la vie, qu'une médiocre importance aux plaisirs de la table. Mais le goût se perfectionne en raison de l'attention qu'on lui accorde. Il s'augmente avec l'âge, et forme la dernière jouissance de l'homme arrivé au déclin de la vie.

Le sens du goût est un des bienfaits dont la Providence nous a dotés. La saveur agréable que nous trouvons aux aliments, nous dispose à la bienveillance, à la gaîté; elle procure une heureuse et salutaire diversion à nos préoccupations, à nos travaux ou à nos peines morales.

De même que le nez est placé à l'entrée des voies aériennes, pour nous avertir des odeurs qu'il faut ou rechercher ou fuir, de même le sens du goût est placé à l'entrée des voies digestives, pour nous renseigner sur la nature des substances que nous allons ingérer. Combien d'empoisonnements accidentels ou criminels ont été prévenus grâce à la surveillance du goût, sentinelle avancée, préposé tutélaire, qui décèle, par la saveur âcre, amère ou irritante d'une substance vénéneuse, le danger qui menace la vie. La main saisit un breuvage empoisonné, la bouche a même déjà reçu une gorgée de cette boisson funeste. Mais le sens du goût se révolte, il transmet au cerveau le signal d'alarme; et aussitôt, par une de ces *actions nerveuses réflexes*, dont nous avons analysé plus haut le mécanisme, une contraction subite de l'arrière-gorge et du pharynx rejette à l'extérieur le liquide homicide.

C'est encore le goût qui, nous avertissant de la suffisante réplétion de l'estomac, impose une saine barrière aux excès de table.

Ce sens, il est vrai, nous trompe quelquefois ; car le plaisir que nous trouvons à certains aliments nous entraîne à des ingestions dangereuses par leur quantité. Il nous induit quelquefois aussi à rejeter des aliments excellents, par cela seul qu'ils lui sont inconnus. Le goût a donc, pour ainsi dire, ses préjugés. Mais il faut pardonner quelque chose à un ami sincère, et se souvenir des services qu'il nous rend, pour excuser quelques-unes de ses erreurs.

Le goût est un sens un peu raffiné, propre, en général, aux nations civilisées. Il est l'apanage des gens à l'esprit cultivé. Lisez la *Physiologie du goût* de Brillat-Savarin, et vous reconnaîtrez que le sens gastronomique et l'esprit sont deux compagnons inséparables.

LE TACT

Le *tact*, ou *toucher* (car on ne peut établir une différence bien précise entre ces deux vocables), n'est point, comme la vue ou l'audition, un sens localisé dans un organe particulier. C'est un sens général, car il s'exerce par tous les points de la surface extérieure du corps. Bien que la main, par suite de l'habitude, ou en raison de sa conformation, soit l'instrument ordinaire du tact, toute la surface du corps pourrait remplir le même office. La peau, quelle que soit sa région, les membranes muqueuses, telles que celles des lèvres et des joues, peuvent opérer le tact, et suppléer la main, en cas de maladie, d'absence ou d'empêchement de cet organe.

Le toucher n'est point desservi par des nerfs particuliers, comme le nerf acoustique pour l'oreille, le nerf optique pour la vue, le nerf olfactif pour l'odorat. Tous les nerfs qui se distribuent à la surface de la peau remplissent ce rôle, parce qu'ils partent des racines postérieures de la moelle épinière.

On connaît toutefois, grâce aux recherches des anatomistes modernes, les petits organes spéciaux qui, terminant les nerfs dans la peau, sont les instruments du tact. On les nomme *corpuscules de Pacini* et *corpuscules de Meissner*, du nom des obser-

vateurs qui les ont étudiés, ou plus simplement *corpuscules du tact*.

Nous disons que les corpuscules du tact sont logés dans la peau, à l'extrémité des nerfs. Pour comprendre la position relative de ces organes, il faut donc connaître la peau.

La figure 131 montre une coupe verticale de la peau, amplifiée au microscope.

La peau se compose de deux parties, l'*épiderme*, E, et le *derme*, D.

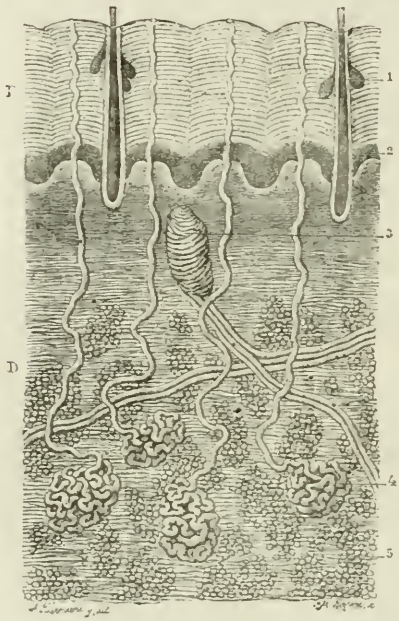


Fig. 131. Coupe de la peau, vue au microscope.

E. Épiderme.— D. Derme.— 1. Follicules pileux. — 2. Corps muqueux.— 3. Corpuscule du tact.— 4. Glandes sudoriferes.—5. Cellules graisseuses.

L'*épiderme*, ou couche extérieure, sert d'enveloppe protectrice au *derme*. C'est une substance de nature cornée et insensible. Le derme, D, est traversé verticalement par les conduits des glandes *sudorifères* (4), c'est-à-dire produisant la sueur, et par les *follicules pileux* (1), c'est-à-dire les organes chargés de sécréter les poils, enfin par des *cellules graisseuses* (5) et par les nerfs.

C'est sur le trajet de ces nerfs que se trouvent les *corpuscules du tact* (3), sorte de renflement de la substance nerveuse. Ils sont placés à la couche supérieure du derme. C'est donc à travers l'épiderme, qui les protège, que les petits organes préposés à la sensibilité tactile reçoivent cette impression.

On ne sait rien sur la véritable nature de la sensation du toucher, pas plus que l'on ne connaît la nature de l'agent qui produit les odeurs et les saveurs. Un physiologiste contemporain, M. Weber, a fait beaucoup de recherches et de distinctions subtiles entre les sensations de pression, de température et de résistance: mais ces considérations n'ont nullement éclairé la question. La différence entre les *sensations de pression* et *de température* ne répondant à aucun organe particulier, ne nous édifie

point sur la différence de ces deux impressions ; de sorte que le sens du tact reste inexplicable dans sa généralité, et qu'il faut simplement se contenter d'énumérer les faits que l'observation nous a appris à cet égard.

Le toucher qui nous fait connaître seulement des qualités très-différentes des corps, telles que la forme, l'étendue, la consistance, le poids, la température, etc., serait peu de chose, s'il était isolé, s'il n'était complété par le sens de la vue. Exposons le peu de notions positives que l'on possède sur ce sens particulier.

Le siège du tact se trouve, avons-nous dit, dans la peau, surtout dans les parties de la peau et des membranes muqueuses qui sont disposées de manière à pouvoir s'appliquer sur les corps.

La preuve que la peau est le véritable siège du tact, c'est que les muscles dénudés ne peuvent exercer cette fonction. M. Weber a pu constater, sur un individu dont les muscles se trouvaient à nu, à la suite de l'ouverture d'un abcès très-profond, que ces organes n'avaient nullement la sensation du tact.

La main étant conformée de manière à faciliter prodigieusement l'exercice du toucher, et les autres parties du corps étant habituellement cachées par les vêtements, c'est la main qui est, chez l'homme, l'organe principal du tact. Les nombreuses articulations de la main, au poignet et aux phalanges, la variété de ses mouvements, qui lui permettent de prendre toutes sortes de formes et de se mouler sur tous les corps, l'abondance des *corpuscules du tact* à sa face interne, ou *palmaire*, permettent à la main de nous donner instantanément la sensation de la forme, de la consistance, du poids, de la température des corps. La main embrasse les objets, les saisit avec les doigts, parcourt leur surface, suit leurs contours, mesure leur étendue. Grâce au levier qu'elle constitue, par son union avec l'avant-bras, elle apprécie le poids des corps, les soulève et les met en mouvement. L'extrémité des doigts, abondamment pourvue de corpuscules du tact, suffit, au besoin, pour apprécier les formes et les autres qualités des corps.

C'est surtout l'existence d'un pouce opposable aux autres doigts, caractère propre à l'espèce humaine, qui fait de la main le plus admirable des instruments. L'éducation s'appli-

que d'ailleurs, et réussit sans aucune peine, à perfectionner singulièrement l'emploi de cet instrument naturel.

Les anciens, Aristote en tête, admiraient beaucoup la main. Les philosophes et naturalistes du dix-huitième siècle ont prétendu que le toucher est le plus important de nos sens, et que la main est l'un des plus précieux organes dont le Créateur ait doté l'humanité.

Buffon prétend que le toucher est le plus utile de nos sens, et que sans lui nous ne pourrions acquérir de connaissances complètes. Le philosophe Helvétius a dit, sous l'inspiration de Buffon, que si la nature, au lieu d'accorder à l'homme une main et des doigts flexibles, ne lui avait donné qu'un sabot corné, comme le pied du cheval, l'homme formerait encore des troupeaux sauvages errants dans les forêts.

On reconnait là l'exagération de la philosophie matérialiste d'Helvétius et des encyclopédistes du dix-huitième siècle. Mais Helvétius se trompe. Notre intelligence n'est point la simple conséquence de la perfection de notre main. La nature a donné à l'homme une main mieux construite que la partie qui représente cet organe chez les animaux, par la même raison qu'elle lui a donné un cerveau plus vaste et plus riche en éléments variés. Voulant accorder à l'homme une intelligence et une perfectibilité hors ligne, le Créateur lui a départi à la fois des organes très-délicats pour la sensation, et un vaste cerveau pour l'intelligence.

Si la main suffisait à créer les œuvres du génie, il n'y aurait point d'hommes sauvages. Or l'homme existe encore de nos jours dans un état absolument sauvage. Un voyageur français, M. Wiener, qui a enrichi, en 1878, notre musée ethnographique de précieux documents, rapportés d'une mission scientifique au Brésil et au Pérou, a vu, dans les montagnes des Andes, l'homme vivre au milieu des cavernes, dans le plus triste et le plus hideux état, ne s'occupant que de manger et de boire, ne prenant pas même la peine de jeter hors de sa grotte les restes de ses repas, et se comportant absolument comme une brute. Cet être qui vit aujourd'hui comme vivait, il y a dix mille ans, l'homme primitif, l'homme des cavernes, contemporain du Mammouth et du grand Ours, a des mains comme nous. Pourquoi est-il resté à l'état sauvage ?

Si l'homme était venu au monde sans mains, il est probable

qu'il les aurait remplacées par quelque artifice, ainsi que le font les malheureux qu'un accident quelconque a privés de cet organe. Ducornet, le *peintre né sans bras*, peignait admirablement avec son pied.

Aristote n'avait point commis l'erreur que commettaient Buffon et les encyclopédistes du dix-huitième siècle, en parlant du toucher. Il s'était bien gardé de dire que c'est la main seule qui fait la supériorité de l'homme sur les animaux.

Galien pensait tout aussi juste. On cite souvent, comme un beau morceau d'éloquence, les développements dans lesquels entre Galien, à propos de la main, dans son beau livre de physiologie, on pourrait dire dans son poème, qui a pour titre *De usu partium corporis humani* (*De l'usage des parties du corps humain*). Ce qui est le plus remarquable dans ces pages, c'est moins encore la description de la main donnée par Galien, que la démonstration de ce fait philosophique que ce n'est pas la main, mais la raison, qui nous a enseigné les arts.

« C'est, dit Galien, en vue du caractère auguste des parties de l'homme que l'ouvrier suprême l'a doué d'un instrument spécial, qui est la main. *L'homme seul a la main, comme seul il a la science en partage.* C'est pour lui l'instrument le plus merveilleux et le mieux approprié à sa nature. Supprimez la main, l'homme n'existe plus. Par la main, il est prêt à la défense comme à l'attaque, à la paix comme à la guerre. Quel besoin a-t-il de cornes et de griffes ? Avec sa main, il saisit l'épée et la lance, il façonne le fer et l'acier. Tandis qu'avec les cornes, les dents et les griffes, les animaux ne peuvent attaquer ou se défendre que de près, l'homme peut jeter au loin les instruments dont il est armé. Lancé par sa main, le trait aigu vole à de très-grandes distances chercher le cœur de l'ennemi ou arrêter le vol de l'oiseau rapide. Si l'homme est moins agile que le cheval et le cerf, il monte sur le cheval, le guide, et atteint le cerf à la course. Il est nu et faible, et sa main lui fabrique une enveloppe de fer et d'acier. Son corps n'est protégé par rien contre les intempéries de l'air, sa main lui ouvre des abris commodes, elle lui façonne des vêtements. Par la main, il devient le dominateur et le maître de tout ce qui est sur la terre, dans les airs et au sein des eaux. Depuis la flûte et la lyre, avec lesquelles il charme ses loisirs, jusqu'aux instruments terribles avec lesquels il donne la mort, jusqu'au vaisseau qui le porte, hardi navigateur sur la vaste étendue des mers, tout est l'ouvrage de sa main.

« L'homme, animal politique, eût-il pu sans elle écrire les lois qui le régissent, élever aux dieux des statues et des autels ? Sans la main, pourriez-vous léguer à la postérité les fruits de vos travaux et la mémoire de vos actions ? Pourriez-vous, sans elle, converser avec Socrate, Platon, Aristote, et tous ces divers génies qu'enfanta l'antiquité ? La main est donc le carac-

tère physique de l'homme, comme l'intelligence en est le caractère moral. »

Dans ce chapitre, après avoir exposé la conformation générale de la main et la disposition des os, des muscles, des tendons, des ligaments et des articulations qui la composent; après avoir analysé le mécanisme des divers mouvements de la main, Galien, plein d'admiration pour cette merveilleuse structure, s'écrie:

« En présence de cette main, de ce merveilleux instrument, ne prend-on pas en pitié l'opinion de ces philosophes qui ne voient dans le corps humain que le résultat de la combinaison fortuite des atomes? Tout dans notre organisation ne jette-t-il pas un éclatant démenti à cette fausse doctrine? Osez invoquer le hasard pour expliquer cette disposition admirable! Non, ce n'est pas une puissance aveugle qui a produit toutes ces merveilles. Connaissez-vous, parmi les hommes, un génie capable de concevoir et d'exécuter une œuvre aussi parfaite? Un pareil ouvrier n'existe pas. Cette organisation sublime est donc l'œuvre d'une intelligence supérieure, dont celle de l'homme n'est qu'un faible reflet sur cette terre. Que d'autres offrent à la Divinité de sanglantes hécatombes, qu'ils chantent des hymnes en l'honneur des dieux; mon hymne, à moi, c'est l'étude et l'exposition des merveilles de l'organisation humaine. »

Nous voudrions pouvoir nous étendre longuement sur la personne et les écrits de Galien, le continuateur d'Hippocrate, le plus grand nom de la médecine dans l'antiquité, après celui qu'on a nommé le divin oracle de Cos. Galien créa l'anatomie, qu'Hippocrate avait négligée. Dans son célèbre ouvrage *De anatomicis administrationibus libri VI*, il dota la science de son temps de la première description précise des organes de l'homme; et dans son *De usu partium corporis humani*, il composa le premier traité de physiologie que la science ait possédé.

Galien était né à Pergame, dans l'Asie Mineure, 131 ans après Jésus-Christ. Connaissant toutes les langues de son temps, il avait de bonne heure formé l'imposant trésor de ses connaissances en voyageant, pour aller chercher la science dans ses centres les plus renommés. Il s'était surtout arrêté à Alexandrie, en Égypte, où il avait acquis de grandes connaissances anatomiques en suivant les leçons des maîtres que réunissait cette École célèbre.

De retour à Pergame, Galien se mit sous le patronage des prêtres d'Esculape, qui avaient le privilège de traiter les malades, de préférence aux médecins. Les prêtres d'Esculape lui confièrent le soin de traiter les gladiateurs blessés dans les combats du cirque (fig. 132). C'est dans ce triste théâtre de la

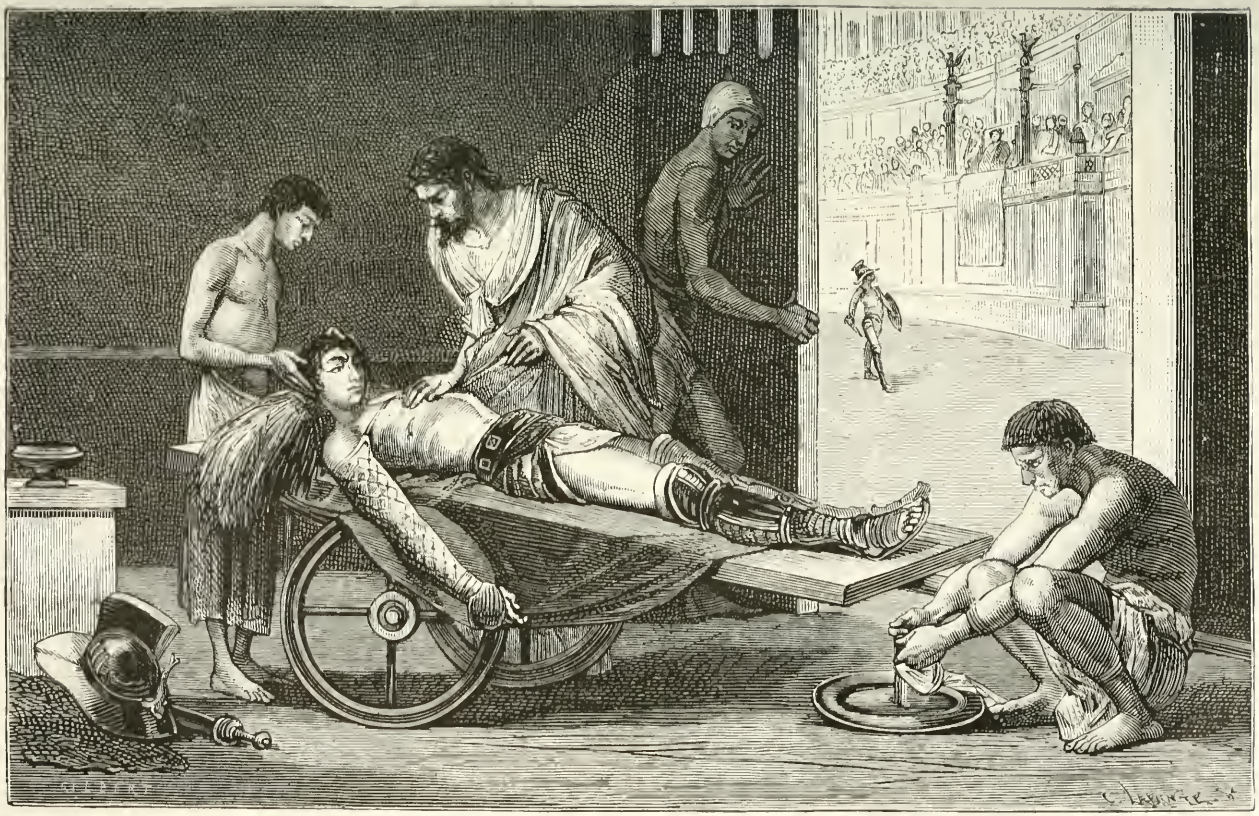


Fig. 132. Galien soignant les gladiateurs blessés dans le colisée de Pergame.

barbarie antique que Galien, appliquant ses connaissances anatomiques, devint le premier chirurgien de son temps.

Nous ne pouvons suivre Galien lorsqu'il quitta Pergame et se rendit à Rome, où il devait entrer avec tant d'éclat dans la carrière de la médecine, et composer les écrits, admirables autant que nombreux, qui ont fait passer son nom à la postérité.

On prétend que Galien avait composé sept cent cinquante écrits, mais il ne nous reste de lui que les deux chefs-d'œuvre dont nous avons déjà cité les titres : *De usu partium* et *De anatomicis administrationibus*. C'est dans le premier de ces ouvrages que se trouve le passage sur l'anatomie et les usages de la main que nous avons reproduit.

Après cette digression, à laquelle nous a involontairement entraîné le nom fascinateur de Galien, nous terminerons l'étude du tact.

Ce qui empêcherait de donner la suprématie au tact sur l'un quelconque de nos sens, c'est qu'il est susceptible de beaucoup d'erreurs, et que, contrairement à l'opinion de Buffon, il serait peu de chose, s'il n'était contrôlé et complété par les autres sens. Le toucher nous donne l'idée de la forme, mais c'est la vue qui nous fait connaître la couleur, qui nous renseigne exactement sur l'existence, l'étendue et même la forme réelle des objets. Il faut nécessairement que les erreurs auxquelles le tact nous expose, soient rectifiées par l'éducation

L'exercice perfectionne d'ailleurs singulièrement le tact. L'habitude et le travail le développent beaucoup. On construit aujourd'hui à l'usage des aveugles des caractères d'imprimerie, en bois ou en fonte, avec lesquels les aveugles lisent couramment, en suivant du doigt les caractères en relief. Sanderson, aveugle de naissance, professeur à l'Université de Cambridge, avait le tact si développé, qu'il distinguait les médailles authentiques des fausses médailles qui trompaient les connaisseurs pourvus de bons yeux. Un sculpteur aveugle, Jean Gonelli, modelait en terre une statue qu'il n'avait pu étudier qu'avec les doigts.

IX

COMMENT S'EXÉCUTENT NOS MOUVEMENTS?

Les os. — Ce que c'est qu'un os. — Un os est composé de matière organique, unie à du phosphate et à du carbonate de chaux. — Une expérience de chimie démontrant la composition des os. — Ce que c'est que le *noir animal* de l'industrie. — Le squelette humain est l'assemblage des os. — Division du squelette en trois cavités : le crâne, la poitrine et le bassin. — Division de la partie du squelette qui se rapporte aux mouvements en deux parties : le tronc et les membres. — La colonne vertébrale, sa composition. — Les cartilages intervertébraux. — Raccourcissement de la taille de l'homme par l'exercice ou la fatigue produisant un affaissement des cartilages intervertébraux. — Le sacrum et le bassin. — L'omoplate et les membres supérieurs : l'humérus, le radius et le cubitus. — Le poignet et la main. — Les membres inférieurs : le fémur, la rotule, le tibia et le péroné, le tarse, le métatarse et les orteils. — Proportions des différentes parties de la charpente osseuse. — *Le corps a huit têtes.* — Différence du squelette de l'homme et de celui de la femme. — Composition anatomique et histologique du tissu osseux. — Les os longs, les os larges et les os courts. — Développement des os et leur degré de consistance selon les âges. — Le périoste et ses usages. — Application à la chirurgie conservatrice de la découverte de Flourens concernant la régénération du tissu osseux par le périoste.

Les articulations. — Les articulations mobiles et les articulations immobiles. — Les ligaments et les capsules articulaires. — Types des différents modes d'articulation.

Les muscles. — Les muscles sont ce que l'on nomme la *chair* dans le langage vulgaire. — Composition du tissu musculaire. — Les muscles se terminent par des tendons ou des aponévroses. — C'est le système nerveux qui provoque la contraction musculaire. — Le courant électrique peut remplacer l'influx nerveux comme excitant de la contraction musculaire, mais seulement jusqu'au moment où commence la rigidité cadavérique. — La contraction musculaire ne reconnaît point pour cause l'électricité. — La *crampe* est le résultat de la contraction involontaire des muscles. — Les tendons. — Les aponévroses. — Énumération des muscles du corps humain, d'après la figurine de l'*Écorché de Caudron*. — Propriétés générales des muscles; leur développement suivant les âges. — Influence de l'exercice sur le développement musculaire. — La *gymnastique obligatoire.* — Histoire des théories ayant pour but d'expliquer le mécanisme des

contractions musculaires. — Haller et sa théorie de l'*irritabilité*. — Expériences de Haller sur l'irritabilité. — Le laboratoire de Haller à Berne. — La théorie de l'irritabilité de Haller se réduit à mettre un mot à la place d'une explication. — Théorie de Bichat: les *propriétés vitales* des tissus. — Théorie de Prévost et Dumas admettant l'existence d'un courant électrique dans les nerfs. — Un chapitre du roman de la médecine. — Théories modernes, peu satisfaisantes pour l'explication de la contraction musculaire.

Les mouvements. — Étude de la station verticale. — La station debout, à genoux et assise. — Mécanisme physiologique de la marche. — La course. — Vitesse de la course. — Le saut — L'action de grimper. — La natation. — Borelli, au XVIIe siècle, est l'auteur des premiers et des plus remarquables travaux sur le mécanisme des mouvements chez l'homme. — Vie de Borelli. — Son traité *De motu animalium*. — Ce que c'est que l'*effort* au point de vue physiologique. — Puissances anatomiques qui concourent à la production de l'effort.

Les impressions des objets extérieurs que reçoit l'encéphale, par l'intermédiaire des nerfs, et la faculté que nous avons de reconnaître les qualités favorables ou nuisibles de ces objets, nous portent à les fuir ou à nous en rapprocher. Ainsi, les mouvements sont la conséquence des sensations. Après l'étude de l'encéphale, des nerfs et des organes des sens, nous devons donc passer à l'étude des *mouvements*, c'est-à-dire répondre à la question placée en tête de ce chapitre : *Comment s'exécutent nos mouvements?*

Comme les machines de l'industrie, la machine humaine produit des mouvements grâce à un assemblage de leviers. Que faut-il, en définitive, dans la nature inanimée, pour produire un mouvement, pour vaincre une résistance? Il faut: 1° une puissance, 2° un levier, 3° un point d'appui. C'est ainsi que tout effort est exercé, que tout poids est soulevé, que toute action mecanique est accomplie. Il en est de même dans la machine animale, et dans la machine humaine, en général.

Dans la machine humaine, la puissance, c'est le muscle; le levier, c'est l'os; le point d'appui, c'est l'articulation. Pour expliquer comment nos mouvements se produisent, nous avons donc à passer en revue les trois agents de mouvement, à savoir :

1° Les *os*, avec les cartilages qui en dépendent;

2° Les *articulations*, avec les ligaments qui en font partie;

3° Les *muscles*, avec les *aponévroses* et les *tendons* qui se rattachent au système musculaire.

Nous aurons ensuite à rechercher la nature intime de la

puissance qui détermine l'action des muscles, et qui est ainsi la cause première de nos mouvements.

Os. — Les os, nos leviers naturels, sont les parties les plus dures, les plus compactes, les plus résistantes de l'économie humaine. Privés d'élasticité et de flexibilité, ils se brisent facilement.

On comprend le peu de résistance des os au choc et à la rupture, quand on connaît leur composition chimique. Un os n'est autre chose que du phosphate de chaux et du carbonate de chaux, unis à une matière animale, molle et flexible, l'*osséine*, pour ne pas dire la *gélatine*, car il faut réserver le nom de *gélatine* à la matière organique de l'os quand elle a été modifiée par l'action de l'eau bouillante. Toutefois on se sert communément du nom de *gélatine* quand on parle de la matière organique des os, afin de simplifier les idées.

Ainsi, de l'osséine, unie à du phosphate ou à du carbonate de chaux, telle est la composition chimique d'un os.

Il suffit, pour s'en convaincre, de faire une expérience fort simple; et j'engage mes lecteurs à répéter cette expérience, me souvenant du plaisir que j'avais, dans ma jeunesse, à voir ce curieux phénomène naturel mis en évidence par la chimie.

Fig. 133. Traitement d'un os par l'acide chlorhydrique.

Prenez un os d'animal, un os long quelconque, introduisez-le dans une longue éprouvette de verre (fig. 133), et remplissez ensuite avec de l'acide chlorhydrique du commerce l'éprouvette qui renferme l'os, puis abandonnez le tout à lui-même. Au bout de quatre à cinq jours, les parties minérales, c'est-à-dire le phosphate et le carbonate de chaux, qui donnaient à l'os sa résistance et sa dureté, se seront dissoutes dans l'acide chlorhydrique; et si vous retirez l'os du liquide acide, vous verrez qu'il a perdu toute dureté, toute consistance, qu'il s'est transformé en véritable *osséine*, ou *gélatine*, et qu'il est flexible à ce point qu'on peut le plier ou le courber en tous sens. Quant au phosphate et au carbonate de chaux, ils se trouvent dans la solution

acide, à l'état de chlorure de calcium et de phosphate acide de chaux.

Cette expérience chimique, aussi simple que curieuse, où l'on voit le dédoublement d'un os en matière organique et en matière minérale, fixe parfaitement les idées sur la véritable nature des os.

C'est d'ailleurs l'opération même que l'on exécute dans l'industrie, quand on fabrique de la gélatine avec les os des animaux. On commence par faire tremper les os dans l'acide chlorhydrique, pour leur enlever les sels minéraux ; puis, au bout de quelques jours, on les retire mous et flexibles, et en les traitant par l'eau bouillante, dans des chaudières dites *autoclaves*, on les transforme en gélatine, ou *colle d'os*.

Une autre opération qui s'exécute dans l'industrie, est également propre à mettre en évidence la composition chimique des os. Si l'on place des os de bœuf ou de mouton dans un creuset, qu'on ferme ce creuset, et qu'on le chauffe jusqu'à la chaleur rouge, on trouve dans le creuset, après le refroidissement, du charbon, qui renferme beaucoup de substances minérales, consistant en phosphate de chaux et carbonate de chaux.

C'est l'opération même que l'industrie exécute pour obtenir le produit appelé *charbon animal*, ou *noir animal*, matière qui sert, dans les raffineries de sucre et dans les fabriques de produits chimiques, à décolorer les liquides organiques. Que s'est-il passé dans cette opération ? L'osséine est une matière organique ; elle se détruit donc par la chaleur. Au contraire, le phosphate de chaux n'est point décomposable par la chaleur, pas plus que le carbonate de chaux, quand la chaleur n'est pas poussée trop loin. Après la calcination, le phosphate et le carbonate de chaux restent donc mêlés au charbon qui provient de la décomposition de la matière animale de l'os. Le charbon animal, ou *noir animal* de l'industrie, n'est, en effet, autre chose que du charbon provenant de la calcination des os en vase clos, et contenant un mélange de phosphate de chaux et de carbonate de chaux.

Un kilogramme d'os de mouton ou de bœuf laisse, après sa calcination en vase clos, une quantité de charbon qui contient 10 pour 100 de sels de chaux, composés de phosphate de chaux et de carbonate de chaux.

D'après M. Fremy, 100 parties de l'os du fémur humain renferment :

Matière organique (Osseine)		32
Matières minérales	Phosphate de chaux	57
	Carbonate de chaux	10
	Carbonate de magnésie	1

L'assemblage des os constitue le *squelette*, dont la forme et les dimensions déterminent, en général, la configuration extérieure du corps.

Le squelette protège les appareils qui accomplissent les diverses fonctions de l'économie; et en même temps il sert à supporter, à suspendre, pour ainsi dire, ces mêmes appareils.

Les os fournissent aux membres leurs points d'attache et servent de leviers à la puissance musculaire.

Trois cavités formées par une réunion d'os suffisent à contenir tous les appareils organiques qui servent à nos fonctions. Ces trois cavités sont : le *crâne*, la *poitrine* et le *bassin*.

La partie du squelette qui se rapporte aux mouvements, constitue le *tronc* et les *membres*.

Le tronc a pour base fondamentale la *colonne vertébrale*. Vingt-quatre os superposés et percés à leur centre, de manière à former, par leur réunion, un canal continu, le *canal vertébral*, composent la colonne vertébrale. Les sept vertèbres supérieures correspondent au cou, et s'appellent *vertèbres cervicales*. Viennent ensuite les douze *vertèbres dorsales*. Sur chaque côté des vertèbres dorsales, des cartilages viennent rattacher douze côtes, qui, grâce à ces mêmes cartilages, se réunissent entre elles, et s'articulent avec l'os qui porte le nom de *sternum*.

On appelle poitrine, ou *thorax* (du grec θώραξ, poitrine), la cavité formée par la réunion de la colonne vertébrale, des côtes et du sternum.

Les dernières vertèbres, au nombre de cinq, sont les *vertèbres lombaires*.

Les vertèbres sont séparées les unes des autres par des disques cartilagineux, élastiques.

C'est aux *cartilages intervertébraux* que l'épine dorsale doit sa souplesse et sa flexibilité. Après une station prolongée, ou par l'effet de trop lourds fardeaux, il arrive que les cartilages intervertébraux s'affaissent. Or, en raison de leur nombre, cet

affaissement des cartilages peut diminuer momentanément la taille de l'homme ou de la femme de un à deux centimètres. Chacun peut s'assurer qu'après une longue marche ou une ournée de fatigue sa taille a diminué. C'est une ruse qu'employaient autrefois, au moment du tirage au sort, les jeunes gens dont la taille se trouvait à la limite fixée par la loi. Mais aujourd'hui la ruse est déjouée, car on a soin de vérifier la mesure, si cela est nécessaire, après un temps de repos bien constaté. Du reste, la taille du jeune soldat a été peu à peu tellement réduite en France, que l'on n'a guère plus à songer à ce moyen frauduleux.

La taille du vieillard est sensiblement inférieure à celle qu'avait le même individu dans l'âge adulte. Cela provient du raccourcissement des cartilages intervertébraux. La somme de tous ces raccourcissements se traduit par une diminution de taille.

La colonne vertébrale décrit, de haut en bas, trois courbures, allant en sens inverse : la supérieure et l'inférieure sont convexes en avant, la moyenne concave dans le même sens.

Chaque vertèbre se termine, en arrière, par une sorte d'épine, ou saillie : de sorte que l'ensemble de la colonne vertébrale fait sentir sous la peau une suite de saillies épineuses. C'est cette circonstance anatomique qui a fait donner à la colonne vertébrale le nom d'*épine dorsale*.

La colonne vertébrale se termine, inférieurement, par l'*os sacrum*, qui semble résulter de la soudure de plusieurs vertèbres entre elles. Le sacrum se termine lui-même par un os pointu, le *coccyx*. Enfin, le sacrum s'articule de chaque côté avec les *os coxaux*, pour constituer la large cavité dite du *bassin*, destinée à loger les organes abdominaux inférieurs.

Passons aux os des membres.

Le membre supérieur est formé de la réunion des os suivants : en haut et en avant, la *clavicule*, os long et grêle. En arrière est l'*omoplate*, os large et plat. Une des extrémités extérieures de l'omoplate forme une cavité, destinée à recevoir la tête de l'os du bras, c'est-à dire de l'*humérus*.

L'*humérus* est l'os du bras proprement dit. Il s'articule en bas, en formant la jointure du coude, avec le *radius* et le *cubitus*, les deux os de l'avant-bras.

Le poignet est ce qui réunit l'*avant-bras* à la *main*.

Le poignet doit sa mobilité à ce qu'il est composé de huit

petits os, désignés, dans leur ensemble, sous le nom de *carpe*. Les huit petits os du *carpe* s'articulent avec le *métacarpe*, composé de cinq os, dont chacun porte un de nos doigts.

Les cinq doigts portent les noms de *pouce*, *indicateur*, *médius*, *annulaire*, *auriculaire*. Chaque doigt se divise en trois parties osseuses, appelées *phalanges*. Le pouce seul n'a que deux phalanges.

Le membre inférieur présente une grande analogie de structure avec le membre supérieur. Il se compose : 1° du *fémur*, ou os de la cuisse, le plus long de tous nos os ; 2° de la *rotule*, os plat et arrondi, qui recouvre, en avant, l'articulation du genou ; 3° du *tibia* et du *péroné*, lesquels, par leur réunion, constituent la jambe.

La *cheville* est la saillie des deux extrémités inférieures du *tibia* et du *péroné*.

Les deux os de la jambe s'articulent avec le *tarse*, composé de huit os, auxquels s'attachent les cinq os du *métatarse*, ou *os métatarsiens*.

On appelle *orteils* les doigts du pied. Chaque orteil se compose de deux ou trois *phalanges*.

Les proportions des différentes parties de la charpente osseuse de l'homme et de la femme varient selon le sexe et les âges. Le volume de la tête est d'autant plus grand, relativement au reste du corps, que l'individu est plus jeune. Chez le nouveau-né, la tête a le quart du volume du corps, et le cinquième à l'âge de trois ans. Chez l'adulte, la tête est le huitième de la longueur du corps. C'est ce que les artistes ont coutume d'exprimer brièvement en disant que le *corps a huit têtes*, c'est-à-dire a huit fois la longueur de la tête. Cette règle est absolue.

Les membres suivent une gradation inverse par rapport au tronc. Ils sont d'autant plus courts que l'individu est plus jeune.

Chez l'homme adulte, les bras étant étendus horizontalement à droite et à gauche, forment à peu près la hauteur totale du corps, c'est-à-dire la distance de la plante des pieds au sommet de la tête.

Le squelette de la femme diffère sensiblement de celui de l'homme. Il est plus petit et plus grêle. Ses os sont moins durs et hérissés de moins d'aspérités. La tête est moins volumineuse, plus rétrécie en avant, plus allongée d'avant en arrière. La cage

osseuse de la poitrine est plus courte et moins saillante. La forme de la cage osseuse, chez la femme, est ovoïde, tandis que le thorax de l'homme représente un cône à large base. Le *bassin* de la femme est plus large dans tous les sens que celui de l'homme. Les bras sont plus courts et les jambes proportionnellement plus longues. Les épaules sont plus rapprochées, les fémurs plus obliques en dedans, les mains et les pieds plus petits et les doigts plus effilés.

Fig. 134.
Tissu osseux vu à l'œil nu.

Les os sont essentiellement composés d'un tissu organique particulier, nommé *ostéoplaste*, dont les caractères anatomiques et histologiques sont bien tranchés. L'ostéoplaste (fig. 134) est une substance compacte dans certaines parties des os, et spongieuse dans d'autres. Il a pour caractère particulier d'être creusé d'une infinité de petits canaux, extraordinairement ramifiés, que l'on nomme les *canalicules d'Havers*. C'est à travers ces petits canaux que passent les vaisseaux sanguins qui nourrissent l'os et la moelle.

Pour comprendre la structure des petits canaux qui composent le *tissu osseux*, ou *ostéoplaste*, et qui, réunis en nombre infini, composent la substance interne des os, il faut examiner ces canalicules au microscope.

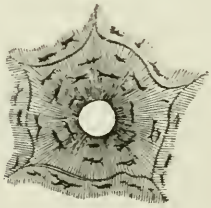


Fig. 135. Coupe d'un canalicule osseux vu au microscope.

Fig. 136. Canalicule osseux vu à un plus fort grossissement.

La figure 135 montre la coupe d'un canalicule osseux vu au microscope. Il se compose, comme on le voit, d'une sorte de cellule de forme étoilée.

A un plus fort grossissement, la même cellule offrirait l'aspect que représente la figure 136.

On peut diviser les os, suivant les besoins physiologiques auxquels ils doivent répondre, en *os longs*, *larges* et *courts*. Les *os longs* sont les leviers qui servent aux mouvements ; les *os courts* servent, par leur réunion, à compléter un ensemble cartilagineux : les *os larges*, ou *plats*, contribuent à former les parois

Fig. 137. Coupe du canal médullaire d'un os long.
1. Tête du fémur. — 2. Canal médullaire.

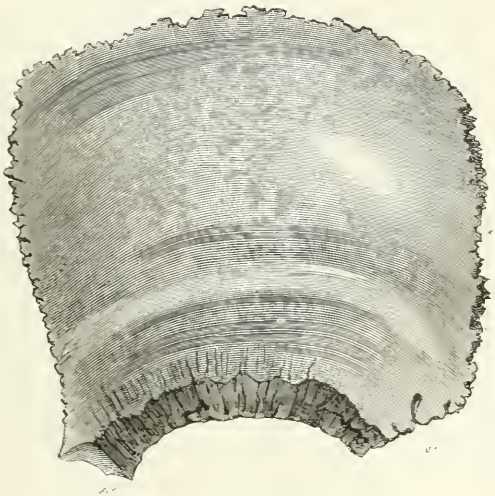


Fig. 138. Le pariétal (os large).

Fig. 139. Les trois phalanges du doigt (os longs).

des cavités destinées à protéger les organes intérieurs. En même temps, ils servent de point d'insertion aux muscles.

Les os longs sont percés dans leur axe, comme on le voit sur la figure 137, d'un canal, le *canal médullaire*, destiné à recevoir une substance grasse, la *moelle*, dont les usages sont encore peu connus.

Nous représentons comme exemple d'un os large le *pariétal* (fig. 138), os situé sur les parois du crâne et qui concourt à former

la boîte osseuse ; et comme type d'os longs, les trois phalanges dont la réunion forme le doigt de la main.

Le corps d'un os long et le milieu des os larges ou plats se développent avant les extrémités ou les bords. Dans l'enfance, les extrémités des os longs restent à *état cartilagineux*, c'est-à-dire sont à peu près uniquement composées de matière organique. Ce n'est que dans l'adolescence et à l'état adulte que les parties cartilagineuses, en s'encroûtant de substance minérale, finissent par passer à l'état d'os proprement dits.

La consistance et la dureté des os varient selon les âges, et il est facile de reconnaître dans les différents états du système osseux suivant les âges de la vie une sage prévison de la nature. Dans l'enfance, alors que la croissance doit être rapide et que les membres n'ont à exercer que de faibles efforts, à produire que des mouvements très-limités, les os sont peu riches en *osséine*, en matière organique ; ils sont encore flexibles et peu résistants. C'est comme un jeune rameau végétal plein de sucs nourriciers, avec peu de fibres ligneuses. A mesure que la puissance musculaire augmente d'énergie, c'est-à-dire dans l'adolescence, les os deviennent plus durs, par la prédominance des sels calcaires. Alors les extrémités des os longs, qui étaient encore à l'état cartilagineux, s'encroûtent de matière calcaire : ils *s'ossifient*, comme disent les anatomistes. Des parties osseuses qui n'étaient que juxtaposées à l'os principal (*épiphyses*), se soudent au corps de l'os, et ne forment plus qu'un os. Dans l'âge adulte, il faut que l'os, parvenu à son développement complet, puisse résister à l'effort des puissances musculaires qui s'exercent pendant cette période avec énergie. C'est alors que, par son extrême richesse en sels minéraux, la substance des os présente le plus de dureté et de consistance. Mais la vieillesse arrive, les efforts à accomplir, les mouvements à produire, ont moins d'importance. A cette époque de la vie, les os s'incrustent d'une plus grande quantité de sels minéraux et deviennent plus durs, plus cassants, plus fragiles.

C'est en raison de cette proportion variable entre la matière animale et la matière organique des os selon les âges que dans l'enfance la fracture des os a peu de gravité et se répare promptement par les efforts de la nature ; — que la guérison d'une fracture est plus longue chez l'adulte, mais se fait facilement et

complètement; — que chez le vieillard les os se fracturent par des chocs ou des chutes de peu de hauteur, et que la guérison de ces fractures est toujours très-lente ou ne parvient pas à se

Fig 140. Flourens.

réaliser. Le rameau plein de sève des jeunes années est devenu une branche sèche, qui se brise au moindre choc.

Nous ne devons pas oublier de mentionner une membrane particulière qui enveloppe les os longs et les os larges. On appelle cette membrane *périoste* (du grec περί, autour, et ὀστέον, os). Le périoste est une sorte de sac fibreux qui enveloppe l'os de toutes parts, et qui, parcouru par de nombreux vaisseaux, distribue,

au moyen de ces vaisseaux, qui vont se ramifier dans la substance des os, le sang destiné à les nourrir.

Le périoste joue un grand rôle dans la vie des os. Cette membrane est indispensable à l'existence de l'os, et bien plus, elle suffit à régénérer cet organe entier quand il a disparu par ablation ou fracture.

C'est aux expériences et recherches de Flourens que l'on doit la découverte du rôle essentiel que joue le périoste dans la régénération des os. Flourens a suivi pas à pas, jour par jour, la formation des os dans les jeunes animaux, et leur régénération au fur et à mesure de leur ablation partielle ou de leur fracture. Le naturaliste Duhamel, à la fin du siècle dernier, avait trouvé dans le principe colorant de la racine de garance un moyen précieux de suivre la production et la régénération des os. En effet, le principe colorant de la racine de garance a une affinité particulière pour le tissu osseux : de telle sorte que, si l'on mêle de la racine de garance à la nourriture des animaux, tels que lapins ou chiens, le principe colorant se fixe dans la substance de l'os. Et cette coloration, persistant dans la substance osseuse, permet de donner, pour ainsi dire, une date, un âge, aux différentes couches osseuses, au fur et à mesure de leur formation.

Mettant à profit la découverte de Duhamel, c'est-à-dire la coloration des os par le principe colorant de la racine de garance, Flourens parvint, par une longue série d'expériences très-ingénieuses et très-délicates, à étudier, par ce moyen, la formation du tissu osseux, et à prouver que le périoste est l'agent direct de la production de ce tissu chez les jeunes animaux et de sa régénération à tous les âges de la vie.

La chirurgie moderne a mis à profit cette belle découverte de Flourens. Il était bien établi que sur des animaux auxquels on enlevait la totalité ou une portion d'un os, si l'on avait soin de respecter le périoste, on voyait renaître intégralement, au bout de quelques mois, la substance osseuse disparue. De là l'indication de respecter le périoste dans les opérations chirurgicales qui ont pour objet l'extraction des fragments d'os (esquilles) brisés par un projectile ou par un accident quelconque. Si l'on a conservé le périoste en faisant l'extraction des portions d'os brisées, on ne tarde pas à voir la partie osseuse disparue se régénérer. C'est évidemment le périoste qui, chargé de trans-

mettre à la partie osseuse les éléments de sa nutrition, a ainsi contribué à la renaissance du tissu osseux.

Les chirurgiens se conforment aujourd'hui à cette règle pour faciliter la régénération des os dans des cas de maladie des os ou de blessures des membres.

ARTICULATIONS.

Les os ne sont jamais séparés les uns des autres. On pourrait dire qu'ils forment dans le corps humain un tout continu. En effet, des jointures les rattachent tous les uns aux autres. Ces jointures s'appellent les *articulations*.

L'articulation d'un os avec un autre se fait d'une manière très-variable. Tantôt c'est un os qui pénètre, par une saillie, dans une cavité creusée dans l'os correspondant; tantôt il n'y a que simple juxtaposition des deux os. Alors un cartilage suffit à les maintenir. Dans d'autres cas, les os ne s'emboîtent pas les uns dans les autres; et alors des *ligaments*, sorte de cordons fibreux, les rattachent entre eux. D'autres fois enfin une enveloppe embrasse les extrémités des deux os, et leur forme ce qu'on appelle une *capsule articulaire*.

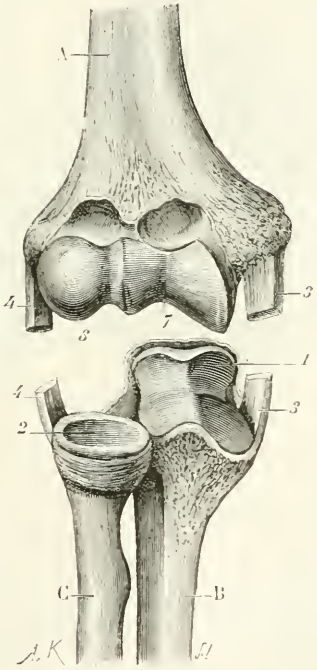


Fig. 141. Articulation du coude.
1. Cavité sigmoïde du cubitus. — 2. Cavité glénoïde de la tête du radius. — 3. 3. Ligament latéral interne. — 4, 4. Ligament latéral externe. — A. Humérus. — B. Cubitus. — C. Radius. — 7. Poulie humérale. — 8. Condyle de l'humérus.

Quand une articulation met deux os en contact, en leur permettant d'exécuter des mouvements les uns sur les autres, on appelle cette articulation *mobile*. S'il ne s'agit que d'assurer l'union d'un ou de plusieurs os, qui n'ont pas de mouvement à exécuter, l'articulation est dite *immobile*.

La mobilité d'une articulation lui enlève beaucoup de sa solidité. Les *luxations*, c'est-à-dire la rupture des rapports naturels

des os, n'arrivent que dans les articulations mobiles, au coude, au genou, aux pieds, etc. Une articulation *immobile* est toujours d'une grande solidité.

Dans les articulations mobiles, telles, par exemple, que celles du coude ou du genou, la surface articulaire est recouverte d'un cartilage, substance fibreuse et élastique, qui peut résister aux chocs les plus violents. Ce cartilage est toujours lubrifié par un liquide visqueux, la *synovie*, qui annule les frottements,

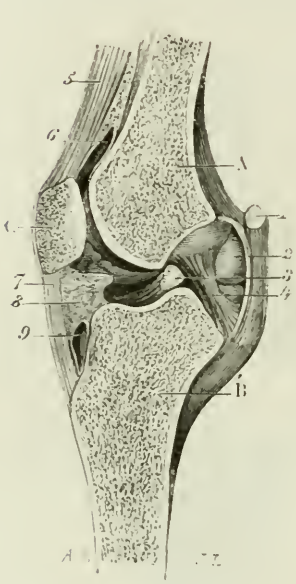


Fig. 142. Articulation du genou (coupe verticale).

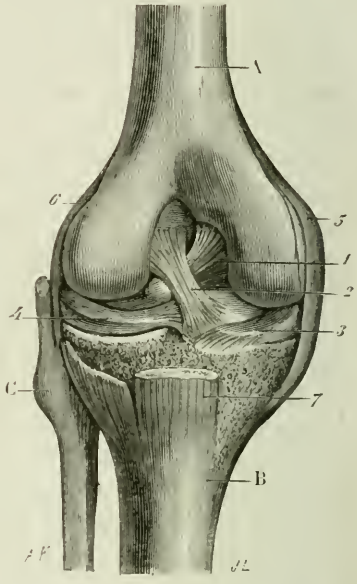


Fig. 143. Ligaments de l'articulation du genou.

A. Fémur. — B. Tibia. — C. Péroné. — 1. Ligament croisé postérieur. — 2. Ligament croisé antérieur. — 3. Fibro-cartilage interne. — 4. Fibro-cartilage externe. — 5. Ligament latéral interne. — 6. Ligament latéral externe. — 7. Ligament rotulien.

et favorise le glissement, les uns sur les autres, des extrémités des deux os.

La figure 141 montre, à titre d'exemple d'articulation mobile, l'articulation du coude.

Les *ligaments*, qui fixent les articulations immobiles, sont des cordons fibreux analogues aux cartilages. Ils assujetissent les extrémités des deux os dans des gaînes ou des calottes convexes, qui réunissent les deux bouts de chaque os.

On ne saurait, du reste, soumettre à des descriptions précises les divers modes d'articulation des os; car les moyens d'attache des os entre eux, ou des cartilages et des ligaments avec les os, varient à l'infini, selon les mouvements auxquels ils doivent se prêter. A l'épaule et à la hanche, par exemple, l'articulation se fait au moyen d'une calotte sphérique entourant la cavité articulaire. Il y a des articulations qui doivent se plier à un mouvement de rotation, comme par exemple, la rotation de la tête sur le cou; l'articulation présente alors une espèce de pivot.

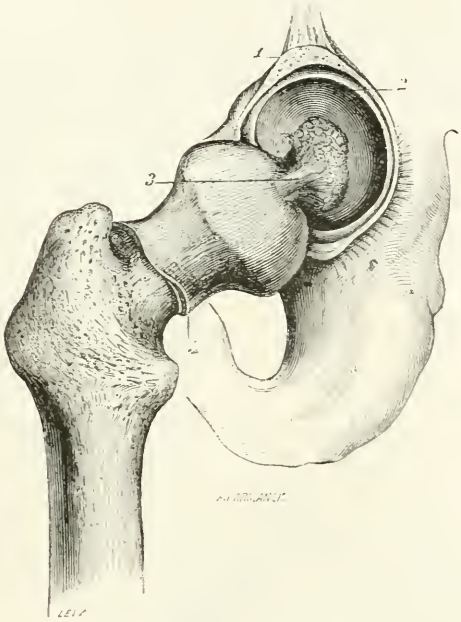


Fig. 144. Articulation de la hanche.
1. Ligament rond. — 2. Bourrelet de la capsule articulaire. — 3. Ligament pénétrant dans la cavité cotyloïde de l'os du bassin. — 4. Branche ischio-pubienne.

Il serait superflu d'entrer dans les détails des divers modes d'articulation des os entre eux. Contentons-nous de dire que la nature a merveilleusement calculé cette partie de la mécanique animale. Les saillies, les dépressions, les emboîtements, les gorges de poulie, qui paraissent distribués fort arbitrairement quand on jette sur ces parties du corps humain un coup d'œil superficiel, appartiennent, en réalité, à un ensemble de dispositions mutuelles, qui ont pour effet de donner aux mouvements de notre corps la précision et la solidité, en même temps que la plus grande rapidité.

Nous mettons sous les yeux du lecteur, à titre d'exemple d'articulation mobile, l'articulation du genou. Les deux figures 142 et 143 sont consacrées à représenter cette articulation, pour montrer d'abord (fig. 142) l'emboîtement des os, ensuite (fig. 143) les ligaments qui consolident l'articulation. Les ligaments et la rotule

sont enveloppés d'une capsule articulaire, qui est coupée dans les figures 142 et 143 pour montrer les *ligaments croisés*.

Nous donnons enfin, comme autre exemple important d'articulation mobile, celle de la hanche, c'est-à-dire l'articulation de l'os humérus avec le bassin (fig. 143). Les ligaments et la capsule articulaire se voient très-distinctement dans ce dessin.

MUSCLES.

Les *muscles* sont les agents actifs de nos mouvements. C'est dans ces organes que réside la puissance motrice. Sous l'in-

Fig. 145. Phénomène de la contraction musculaire.
A. Muscle biceps brachial à l'état de relâchement. — B. Le même muscle raccourci par la contraction, et relevant l'avant-bras C.

fluence de la volonté ou en dehors de son empire, le muscle se contracte, c'est-à-dire se raccourcit, et si ses deux extrémités sont attachées à des os qui sont eux-mêmes mobiles, grâce à une articulation, le raccourcissement du muscle entraîne le dé-

placement, c'est-à-dire le mouvement de l'os et des parties qui en dépendent.

Prenons un exemple. Quand le biceps brachial se contracte, c'est-à-dire se raccourcit, comme ce muscle s'insère en haut, sur l'extrémité de l'omoplate, et en bas sur le radius, son raccourcissement produit nécessairement le mouvement de l'avant-bras, ainsi que le montre la figure 145.

Les muscles ne sont autre chose que ce que l'on appelle la *chair* dans le langage vulgaire. Quand nous mangeons du bouilli de bœuf, nous mangeons les muscles de l'animal. Si l'on examine le bouilli, il est facile d'y reconnaître le caractère physique essentiel du muscle, c'est-à-dire les fibres parallèles qui le composent.

Un muscle se compose, en effet, de la réunion de faisceaux, plus ou moins volumineux, lesquels sont composés eux-mêmes de longues fibres très-fines, réunies parallèlement entre elles par du tissu cellulaire.

Le *tissu musculaire* est donc composé d'une réunion de fibres.

Fig. 146. Fibrille musculaire.

Fig. 147. Fibrille musculaire.

A. Fibrille dépouillée du sarcolemme, pour faire voir les disques qui la constituent. — A'. Un de ces disques coupe transversalement et grossi.

L'examen microscopique de ces fibres a prouvé qu'elles sont composées de *fibrilles* formant, par leur réunion, des *faisceaux striés*, semblables à ceux que représente la figure 144.

Les fibrilles sont l'élément fondamental du tissu musculaire. C'est dans les fibrilles que réside la contractilité musculaire. Elles sont enveloppées d'un tissu élastique, mais non contractile, que l'on nomme *sarcolemme*. Ce sont les faisceaux microscopiques des fibrilles enveloppées de leur sarcolemme qui, en se réunissant, forment les *fibres musculaires* que nous voyons à l'œil nu.

La figure 146 représente les *fibrilles* des muscles enveloppées de leur *sarcolemme* et grossies au microscope.

La figure 147 représente la même fibrille vue à un plus fort grossissement et enveloppée de son sarcolemme. On voit au dessus, coupé transversalement et vu à un plus fort grossissement microscopique, l'un des disques (A') qui constituent la fibrille.

Comme un exemple d'un muscle d'un corps humain, nous plaçons ici (fig. 148) la figure du biceps brachial que nous venons de supposer en action, pour faire comprendre les effets de la contraction musculaire.

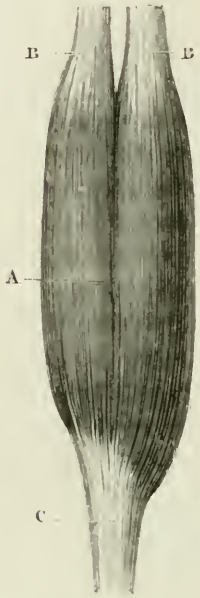


Fig. 148.
Muscle biceps brachial.
A. Corps du muscle.
B, B. Tendon superieur.
C. Tendon inférieur.

Les fibres de tout muscle se terminent à chaque extrémité, c'est-à-dire dans les parties qui vont s'insérer aux os, par un tissu fibreux et non contractile, que l'on nomme *tendon* quand il s'amoindrit en cordelettes, et *aponévrose* quand il s'étale en surface large et aplatie. On voit sur la figure 148 le tendon, C, qui termine le muscle biceps brachial BB.

Les tendons et les aponévroses ne sont point contractiles. La contractilité est essentiellement propre aux muscles; aucun autre tissu n'a ce privilège.

Ce sont les nerfs qui transmettent aux muscles la puissance contractile, soit que ces nerfs, venant du cerveau, leur envoient l'excitation volontaire, soit que l'excitation leur vienne inconsciemment par le nerf grand sympathique. Les muscles des membres, du tronc, de la face, se contractent sous l'empire de la volonté : ceux des viscères abdominaux, tels que l'estomac, le tube intestinal, le cœur, les artères, se contractent sous l'empire, soustrait à notre volonté, du système nerveux du grand sympathique.

Ce qui prouve que la contraction des muscles, c'est-à-dire leur raccourcissement par le rapprochement de leurs deux extrémités, est provoquée par le courant nerveux, c'est que la section du nerf qui se rend à un muscle, produit instantanément

la paralysie de ce muscle, et que la lésion de ces mêmes nerfs, à la suite d'une blessure du cerveau ou de la moelle épinière, au point où ces muscles partent de l'encéphale ou de la moelle épinière, produit la paralysie.

L'influx nerveux qui provoque la contraction musculaire peut être remplacé par le courant électrique de la pile. Faites passer sur le trajet d'un muscle le courant d'une pile voltaïque, en appliquant les deux fils qui forment les pôles de la pile aux deux extrémités de ce muscle, vous verrez aussitôt le muscle se contracter et produire le même mouvement que la volonté détermine dans l'état normal. Même après la mort, la contractilité peut être réveillée par le courant électrique, surtout quand la mort a été provoquée instantanément et sur des sujets vigoureux.

Tout le monde sait que Galvani, Aldini, Nysten et bien d'autres physiologistes ont multiplié chez les suppliciés les expériences dans lesquelles le courant électrique fait renaître les apparences de la vie, c'est-à-dire provoque, pendant une durée de sept à huit heures après la mort, les mouvements musculaires propres à la vie. Ces expériences, qui ont tant frappé le vulgaire pendant un demi-siècle, sont devenues aujourd'hui banales et excitent peu l'attention. Elles prouvent seulement que le muscle conserve, plusieurs heures après la mort, une obscure propriété contractile, que le courant électrique vient réveiller sur le cadavre, comme elle l'exciterait sur le corps vivant. Mais au bout de sept à huit heures, c'est-à-dire au moment où commence la *rigidité cadavérique*, toute contractilité a disparu dans la fibre musculaire, et le courant électrique est impuissant à provoquer aucun mouvement dans ce corps glacé.

Les physiologistes venus après Aldini et Nysten, tels que Matteucci, J. Müller, Longet et Duchenne (de Boulogne), ont fait une heureuse application du courant voltaïque pour déterminer les véritables fonctions physiologiques des muscles, dont le rôle était encore peu connu. Duchenne (de Boulogne) en particulier a soumis tous les muscles de l'économie animale à ce contrôle physico-vital, et il a beaucoup éclairé, par ce moyen, les fonctions du système musculaire considéré dans ses détails. En appliquant les deux extrémités de la pile voltaïque sur des points convenables de la face, du crâne ou du cou, Duchenne (de Boulogne) produisait sur l'homme vivant toutes les expres-

sions physionomiques. Le rire, la joie, la tristesse, la fureur, la terreur ou l'extase, venaient se peindre tour à tour sur la face de l'individu que cet habile expérimentateur soumettait à l'action du courant électrique[1].

Malheureusement, en dehors de leur emploi pour la détermination précise des fonctions de chaque muscle, cette application de l'électricité n'a amené aucun résultat utile. Le courant électrique appliqué à provoquer la contraction musculaire ne nous a rien appris sur la nature de l'agent nerveux qui produit ces contractions; et son emploi pour la guérison des névralgies n'a donné aucun bon résultat.

La contraction des muscles soumis à la volonté, c'est-à-dire ceux du tronc et des membres, peut se faire indépendamment de cette volonté même, à la suite d'une extension forcée, d'un tiraillement du muscle ou du tendon, ou par l'effet d'une fausse position. Cette contraction involontaire, dont la durée est variable, et qui est toujours douloureuse, est ce qu'on appelle une *crampe*.

La crampe se manifeste surtout dans les muscles du mollet, des doigts et de la plante des pieds. La crampe, qui saisit les mollets du nageur, tient à une trop longue fatigue des muscles de la partie postérieure de la jambe; et c'est également l'exercice forcé sou de positions anormales qui déterminent les crampes dans les muscles des membres et dans ceux du tronc.

Les crampes peuvent également saisir les muscles soustraits à l'empire de la volonté et qui dépendent du nerf grand sympathique. Telles sont les *crampes de l'estomac* et des *intestins*. Mais ici on touche à un état pathologique.

Quand les crampes portent sur les fibres musculaires du conduit aérien, c'est-à-dire de la trachée-artère ou de l'origine des bronches, on est affecté de l'*asthme*, c'est-à-dire d'une véritable maladie, qui exige un traitement médical approprié. Au contraire, les crampes du système musculaire soumis à la volonté, celles du tronc, de la tête et des membres, ne sont qu'un accident pas-

1. Voir le curieux ouvrage de Duchenne (de Boulogne), intitulé : *Mécanisme de la physionomie humaine ou Analyse électro-physiologique de l'expression des passions, applicable à la pratique des arts plastiques*. 1 vol. in-8° avec un atlas de photographies accompagnées d'un texte explicatif. 2e édition, Paris, 1870, chez J.-B. Baillière.

sager. Elles cèdent presque instantanément si l'on étend fortement les muscles convulsés, et qu'on maintienne le plus long temps possible cet état de contraction, de distension, afin de s'opposer au retour du raccourcissement musculaire, c'est-à-dire de la contraction.

Ce sont les muscles distribués autour des os et recouverts par la peau qui déterminent la forme et le volume du corps humain. De leur saillie ou de leur affaissement, de leur masse ou de leur diminution, dépend le modelé des membres. C'est pour cela que ce modelé varie selon que les muscles sont en état de contraction ou de relâchement.

La saillie plus ou moins forte des muscles sous la peau détermine la différence des formes chez les individus, et l'on dit avec raison qu'un homme est *musclé* ou *non musclé*, selon que la saillie de ses faisceaux musculaires est assez forte pour se traduire à l'extérieur, ou assez pauvre, assez flasque pour ne se déceler aucunement sous la peau.

Les muscles se fixent tantôt aux os, tantôt à la peau, tantot à d'autres muscles. Mais le plus grand nombre s'insère sur le trajet des os, au moyen des tendons et des aponévroses qui les terminent, car le grand rôle du muscle, c'est de produire le mouvement en agissant sur le levier que représente l'os et les parties qui en dépendent.

Nous avons déjà dit quelques mots des tendons et des aponévroses. Il importe d'entrer ici dans plus de détails au sujet de ces deux modes de terminaison des muscles.

Fig. 149. Tendon d'Achille.

Les tendons ou les aponévroses qui terminent les muscles sont, avons-nous dit, composés d'un tissu fibreux, élastique et non contractile. Nous mettons sous les yeux du lecteur, comme exemple (fig. 149), le tendon qui termine les muscles du mollet. Ce cordon fibreux, d'une grande puissance, connu vulgairement sous le nom de *tendon d'Achille*, vient s'insérer à la partie postérieure du pied, sur

l'os du talon (*calcaneum*). Quand les muscles du mollet se contractent, le tendon d'Achille qui termine ces muscles, relève le talon.

Si le tendon d'Achille est trop raccourci, soit par un vice de naissance, soit par un accident arrivé au muscle, on a le *pied-bot*, c'est-à-dire le relèvement anormal du pied, lequel ne porte sur le sol que par sa pointe.

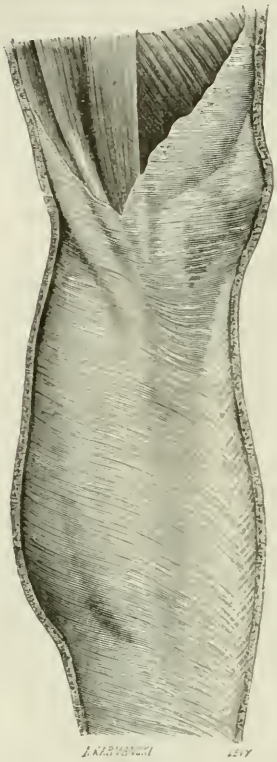


Fig. 150.
Aponévrose de la jambe.

Le chirurgien peut guérir le pied-bot en opérant la section du tendon d'Achille avec le bistouri glissé sous la peau préalablement incisée. Après cette section, il faut maintenir la jambe et le pied en repos pendant le temps nécessaire pour que la nature rétablisse entre les deux bouts du tendon coupé une nouvelle substance fibreuse, qui réunisse ces deux bouts et détermine la continuité du tendon. Lorsque les efforts de la nature et de l'art ont favorablement concouru, le tendon d'Achille se trouve, en définitive, allongé, et le pied-bot disparaît : la plante du pied porte entièrement sur le sol. Cette opération, conquête de la chirurgie moderne, réussit presque toujours, et comme elle n'offre aucun danger et ne produit point de douleur, vu l'insensibilité des tendons, on la pratique assez souvent aujourd'hui, et l'on fait disparaître, grâce à une simple incision sous-cutanée et à des soins consécutifs, une pénible infirmité.

Les *aponévroses* qui terminent beaucoup de muscles et s'insèrent aux os, ne sont autre chose qu'un tendon élargi et formant une sorte de toile membraneuse.

Les aponévroses ont cependant un autre but, et c'est le plus fréquent : elles servent à séparer les muscles entre eux, à leur former une sorte de cloison, ou à les réunir en faisceaux. Les aponévroses composent alors une espèce de gaîne, qui, enveloppant les muscles, leur donne de la solidité.

La figure 150 représente, comme exemple, l'aponévrose qui enveloppe les muscles de la jambe.

Les muscles sont, en général, de couleur rouge. Leur volume et leur figure varient beaucoup. On peut cependant rapporter à quelques formes générales les dispositions de leurs fibres. Tantôt ces fibres sont rayonnées, tantôt elles s'insèrent obliquement sur les tendons. Quand elles entourent des cavités, comme la bouche, ou l'orbite, les fibres musculaires sont disposées à peu près en cercle.

On compte environ 350 muscles chez l'homme. Ils sont placés généralement par couches superposées allant de la peau à l'os qu'ils recouvrent.

En général, des gaînes aponévrotiques les enveloppent, et en forment des groupes de chair isolés.

C'est d'après leur situation, d'après leurs fonctions et d'après leur forme, que les anatomistes ont donné aux muscles les noms qui les distinguent.

On trouvera les muscles les plus importants du tronc, de la tête et des membres, dessinés dans les figures 151-154 qui accompagnent ces pages et qui reproduisent sous quatre faces l'*écorché de Caudron*, figurine qui sert dans les écoles de dessin de presque toute l'Europe à l'enseignement de l'anatomie pour les peintres et les sculpteurs. Les légendes qui accompagnent ces quatre planches, donnent le nom de tous les muscles qui forment les couches extérieures et une partie des couches profondes.

Le système musculaire est peu développé chez l'enfant. Il commence par s'accroître en longueur; mais ce n'est que dans l'adolescence et dans l'âge adulte que se prononcent les masses charnues, fermes et nourries, qui donnent au corps ses formes et à la force physique ses agents. La puissance d'un muscle est, en effet, proportionnelle à sa masse.

La masse des muscles et leur puissance s'accroissent considérablement par l'exercice. On reconnaît facilement, au développement de telle ou telle partie du système musculaire, à quelle profession appartient un individu. On peut distinguer à ce seul caractère l'homme qui travaille corporellement de celui qui reste en repos, et même reconnaître celui qui, par profession, exerce un membre au détriment des autres. Le marcheur

de profession a le membre inférieur très-développé; le danseur

EXPLICATION

1 Biceps
2 Rond pronateur
3 Grand palmaire
4. 4 Ligament annulaire du carpe
5 5 Long abducteur et court extenseur du pouce.
6. 6 Extenseur commun des doigts
7 7 Extenseur propre du petit doigt
8 8. Deuxième radial externe
9 9 Premier id.
10. 10 Cubital postérieur
11 Cubital antérieur
12 12 Ancone
13 13 Long supinateur
14 14 Triceps
15 15 Brachial antérieur
16 16 Deltoïde
17 Occipital
18. 18 Trapeze
19 Petit rond
20. Grand rond
21 Sous épineux
22 Grand dorsal
23 Moyen fessier.
24 Tenseur de l'aponévrose fascia-lata.
24 Bandelette de cette aponevrose
25. Grand fessier
26 Vaste externe
27 Biceps fémoral
28. Demi tendineux
29 Demi membraneux.
30 30 Jumeaux
31. 31. Soléaire
31 31. Tendon d'Achille
32 Jambier antérieur
33. Long extenseur commun des orteils. et peronier antérieur
34 Long et court peroniers latéraux
35 Ligament annulaire du tarse
36 Pedieux

Fig. 151. L'écorché de Caudron.

a également les muscles du membre inférieur très-apparents.

Les muscles de la partie postérieure de la jambe qui forment

EXPLICATION.

1 Extenseur commun des doigts.
2 Tendon du long extenseur du pouce
3 1er Inter-osseux dorsal
4 Adducteur du pouce.
5. 5 Court abducteur court fléchisseur et opposant du pouce. *(Eminence Thenar)*
6 Adducteur et court fléchisseur du petit doigt *(Eminence hypo-Thenar)*
7. 7. Court extenseur et long abducteur du pouce
8. 8 2eme Radial externe.
9 9 1er id.
10 10 Long supinateur
11. 11 Long fléchisseur propre du pouce.
12. 12 Grand palmaire
13 Petit palmaire.
14 14 Rond pronateur.
15 15 Brachial antérieur
16 16 Triceps
17 17. Biceps.
18 Frontal.
19. Temporal.
20. Triangulaire du menton.
21. Masséter *(Entre ces deux muscles, on aperçoit une partie du buccinateur)*
22 Sterno-cléido-mastoïdien.
23 Trapèze.
24 Deltoïde.
25 Grand pectoral.
26 Grand dentelé
27 Grand dorsal.
28 Grand oblique.
29. 29 Aponévrose fascia lata enlevée en partie.
30 Tenseur de cette aponévrose.
31 Moyen fessier.
32 Grand fessier
33 Droit antérieur.
34 Vaste externe.
35 Biceps fémoral.
36 Demi tendineux.
37 Demi membraneux
38 3e Adducteur.
39 1er Adducteur.
40 Droit interne.
41. Couturier.
42 Vaste interne.
43 43 Jumeaux
44. 44 Soléaire.
44. 44 Tendon d'Achille.
45. Long péronier latéral.
46 Court péronier latéral.
47 Extenseur commun des orteils et péronier antérieur.
47 Tendon du péronier antérieur.
48 Jambier antérieur.
49 Abducteur du petit orteil.
50. Ligament annulaire du tarse.

Fig. 152. L'écorché de Caudron.

le mollet (muscles jumeaux et soléaires) prennent un volume

considérable par l'exercice. L'ouvrier rémouleur, qui se sert de

EXPLICATION

1 1 Triceps brachial et son tendon
2 Deltoïde
3 Auriculaire supérieur
4 Petit rond
5 Grand rond
6 Sous épineux
7 Grand pectoral
8 Trapeze
9 Grand dorsal
10 Grand dentelé
11 Grand oblique
12 Ancone
13 Cubital antérieur
14 Grand fessier
15 Moyen fessier
16 Tenseur de l'aponévrose fascia-lata
16 Bandelette de cette aponévrose
17 Couturier
18 Droit antérieur de la cuisse
19 Vaste interne
20 Vaste externe
21 Tendon rotulien
22 Premier adducteur
23 Droit interne
24 Troisième adducteur
25 Demi tendineux
26 Demi membraneux
27 27 Jumeaux
28 28 Soléaire
28' Tendon d'Achille
29 Long fléchisseur commun des orteils et tendons du jambier postérieur et du long fléchisseur propre du gros orteil.
30. Adducteur du gros orteil
31 Jambier antérieur.
32 Long et court péroniers latéraux
33 Long extenseur commun des orteils. et péronier antérieur
34 Extenseur propre du gros orteil
35. Ligament annulaire du tarse

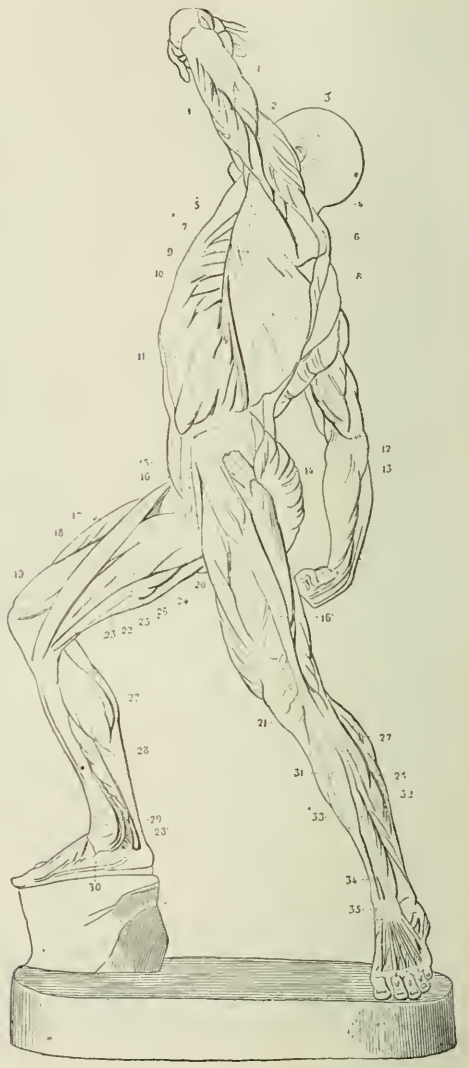


Fig. 153. L'écorché de Caudron.

la jambe droite pour faire tourner sa meule à aiguiser, a le

membre inférieur volumineux, le membre gauche restant sou-

EXPLICATION.

1 Frontal
2 Orbiculaire des paupières
3 Petit zygomatique
4 Grand zygomatique
5 Masseter
6 Peaucier
7 Digastrique
8 Sterno-cleido-mastoïdien
9 Sterno-hyoïdien
10, 10 Deltoïde
11 Grand pectoral
12, 12 Coraco-brachial
13, 13 Biceps
13' Son expansion aponévrotique
14, 14 Triceps brachial
15, 15 Brachial antérieur
16 Long supinateur
17 Rond pronateur
18 Grand palmaire
19 Petit palmaire
20 Long fléchisseur propre du pouce
21 Fléchisseur superficiel des doigts
22 Grand dentelé
23 Grand oblique
24 Droit abdominal
25 Pyramidal
26 Tenseur de l'aponévrose fascia-lata
27 Couturier
28 Pectiné
29 Premier adducteur
30 Droit interne
31 Droit antérieur
32 Vaste interne
33 Tendon rotulien
34 Tibia
35 Jumeaux
36 Soléaire
37 Jambier antérieur
38 Long extenseur commun des orteils
39 Long péronier latéral
40 Long extenseur du gros orteil
41 Ligament annulaire du tarse
42 Pédieux
43 Long fléchisseur commun des orteils tendons du jambier postérieur et du long fléchisseur propre du gros orteil
44 Tendon d'Achille
45 Adducteur du gros orteil

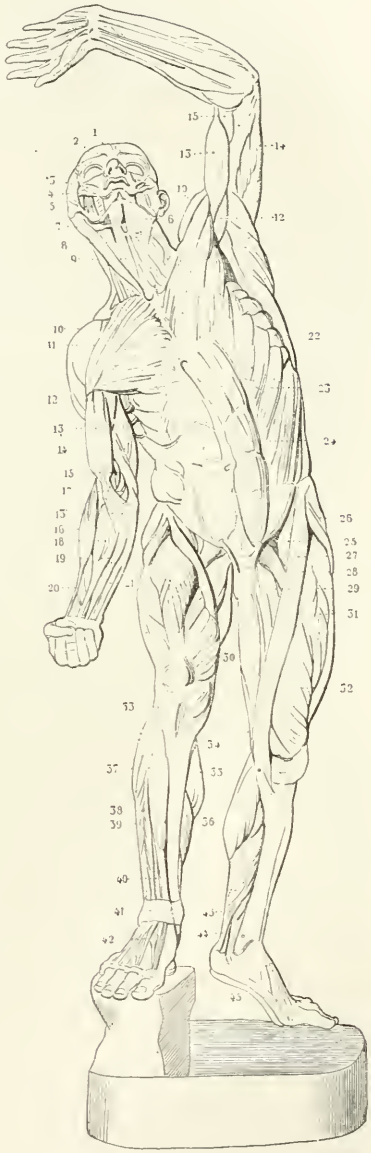


Fig. 154. L'écorché de Caudron.

vent fort grêle. Le tailleur, qui, assis sur son établi, passe sa vie

dans l'immobilité quant aux membres inférieurs, tandis qu'il fait constamment agir ses bras, a les membres supérieurs bien musclés, tandis que les membres inférieurs sont chétifs et misérables.

La *gymnastique*, qui consiste en un exercice gradué de tous les muscles du corps, est le plus puissant moyen de développer le système musculaire et de l'entretenir en bon état. En effet, les exercices gymnastiques ont pour résultat de porter le mouvement, la nutrition, la circulation du sang, dans toutes les parties de l'économie sans exception, et de faire fonctionner toutes nos puissances musculaires harmoniquement, c'est-à-dire sans que l'une soit soumise à une action exagérée, tandis que l'autre demeure en repos complet, comme cela arrive dans la plupart des autres exercices du corps, tels que l'escrime, l'équitation ou la marche. C'est pour cela que la gymnastique procure aux jeunes gens, comme aux adultes, une harmonie parfaite dans les formes, une grande assurance dans la station et la démarche, une rigoureuse précision dans les mouvements.

M. Eugène Paz a écrit un livre sur la *Gymnastique obligatoire*, et la pensée qui a inspiré l'auteur est très-juste. Une nation dont tous les individus, hommes et femmes, quels que fussent l'âge et la profession, seraient assujettis à l'exercice quotidien de la gymnastique, serait la première nation de la terre sous le double rapport physique et moral. Nous sommes loin de l'époque où cette idée passera dans les mœurs et dans la pratique; mais, en attendant, il est bon que chacun se pénètre de ce principe et ne perde aucune occasion de l'appliquer. Enfants, jeunes gens, adultes, vieillards, si vous voulez vous bien porter, allez passer deux heures, trois fois par semaine, dans un gymnasse public. La santé est à ce prix. *Experto crede Roberto;* en français : croyez-en mon témoignage.

L'agilité, la souplesse et la sûreté des mouvements musculaires sont le propre de la jeunesse et de l'âge adulte. Dans la vieillesse, ou à ses approches, la contractilité et la tonicité musculaires diminuent. La nutrition se faisant moins bien dans les muscles, ceux-ci s'atrophient, les chairs deviennent flasques et vacillantes sous la peau. Les rides qui se montrent, tant sur la peau de la face que sur celle du cou, des bras ou du tronc, proviennent de la diminution des masses musculaires sous-jacentes la peau, n'ayant plus à recouvrir des masses aussi charnues, flotte : et de là les rides.

Nous avons beaucoup parlé, dans les pages qui précèdent, de la contractilité des muscles, c'est-à-dire de leur propriété de se raccourcir. Depuis deux siècles les physiologistes se sont épuisés en vains efforts pour trouver la cause de la contractilité des muscles, et la question n'en est pas plus avancée pour cela.

De toutes les théories émises pour expliquer la contractilité musculaire, la plus célèbre, et celle qui fut d'ailleurs formulée la première, est la théorie de l'*irritabilité*, à laquelle le nom de Haller est resté attaché.

Nous n'avons pas la prétention de peindre en quelques traits Albert de Haller, l'une des plus grandes figures de la science au dix-huitième siècle, mais nous pouvons donner au moins une idée de sa doctrine de l'*irritabilité*, qui se rattache au sujet qui nous occupe.

Né à Berne, en Suisse, en 1708, Albert de Haller avait pris le bonnet de docteur à Leyde en 1727, c'est-à-dire à l'âge de dix-neuf ans. S'attachant à développer les idées de son maître, l'illustre Boerhaave, il s'adonna avec ardeur à l'étude de l'anatomie et de la physiologie. En 1736, il fut appelé, comme professeur, à Goettingue (Allemagne), où il fonda bientôt l'enseignement et l'école célèbres qui répandirent son nom dans toute l'Europe savante. C'est à Goettingue que Haller eut l'idée de demander aux élèves qui fréquentaient cette école de traiter chacun, dans sa thèse inaugurale, quelque point important d'anatomie ou de physiologie; et c'est ainsi que la science se trouva rapidement en possession d'une quantité considérable de matériaux nouveaux, qui facilitèrent singulièrement à Haller l'exécution de l'entreprise qu'il avait conçue de créer une physiologie nouvelle, fondée uniquement sur l'observation des faits.

En 1753, après dix-sept ans de séjour à Goettingue, Haller revint dans sa patrie. Il continua à Berne son brillant enseignement et ses travaux. Mais, comme il ne trouvait pas à Berne les moyens de se livrer à des études sur le cadavre, il se mit à faire des expériences sur les animaux vivants.

Les expériences qu'il fit sur les animaux vivants contribuèrent beaucoup à lui faire concevoir la doctrine de l'*irritabilité*.

Les principaux faits sur lesquels s'appuie la doctrine de Haller sur l'irritabilité sont contenus dans un ouvrage en quatre volumes in-12, intitulé : *Mémoires sur l'irritabilité*, qui fut publié à Berne, et traduit aussitôt en plusieurs langues. Le frontispice

de cet ouvrage renferme un dessin très-intéressant qui représente le laboratoire que Haller avait établi à Berne pour ses expériences sur les animaux vivants. Nous produisons ici ce dessin (fig. 155).

Nous donnerons maintenant une idée du système de l'irritabilité.

Le principe de cette doctrine n'appartient pas en propre à Haller. Il l'avait emprunté à Glisson, physiologiste anglais.

Glisson avait imaginé d'accorder à la fibre animale une force particulière, qu'il appelait *irritabilité*. D'après l'anatomiste anglais, cette force est inhérente, non-seulement aux fibres, mais encore au sang, à tous les liquides, à tous les tissus et même aux os. L'irritabilité de ces parties se communiquait aux parties voisines, par les *esprits vitaux*.

Ces idées ne furent point accueillies dans leur ensemble, mais elles germèrent dans la tête de quelques hommes éclairés, particulièrement de Haller, qui avait eu occasion de s'en entretenir, en Angleterre, avec les médecins de ce pays. Haller s'attacha plus tard à reconnaître les parties du corps des animaux qui étaient douées d'irritabilité à un degré plus ou moins prononcé, et celles qui en étaient dépourvues. Il voulut enfin convertir la force, en quelque sorte occulte, imaginée par Glisson, en une propriété des tissus vivants : il voulut faire d'une abstraction un fait.

En 1739, Haller émit l'opinion que tout mouvement musculaire dépend de l'irritabilité. En 1747, il distingua une force musculaire *morte*, qui n'était nullement différente de l'élasticité, et persistait après la mort, et une *force nerveuse*, dépendant de l'action des nerfs sur les muscles. En 1752, il s'attacha à prouver que le périoste, le péritoine, la plèvre, les capsules articulaires, la cornée transparente, le parenchyme des viscères, les méninges et les tendons jouissent d'un certain degré de sensibilité; que les intestins hors de l'abdomen, les muscles isolés du corps, ne sont pas sensibles, mais irritables ; que les nerfs ne sont pas irritables, mais sensibles.

Haller conclut de ces faits que l'irritabilité ne dépend pas de l'action des nerfs. Il pose en principe que la peau, les parenchymes, le tissu cellulaire, les tendons, les ligaments, les artères et les veines ne sont pas irritables ; enfin, que l'irritabilité existe partout où l'on observe des fibres musculaires.

Le cœur était, selon Haller, le plus irritable de tous les orga-

Fig. 155. Le laboratoire de Haller, à Berne.

nes. Venaient ensuite les intestins, puis le diaphragme, enfin les autres muscles.

D'après Haller, le simple afflux des humeurs suffit pour irriter les muscles non soumis à la volonté, tandis que les autres, étant moins irritables, ont besoin d'un irritant plus fort. Enfin la fibre musculaire est essentiellement irritable.

Haller croyait donc que la contraction des muscles était due à la force spéciale dont il dotait l'économie vivante. Il ajoutait toutefois que cette force avait besoin d'être mise en jeu, d'être excitée, par un *stimulus*, et ce *stimulus* c'était l'agent nerveux.

La théorie de Haller se réduit à mettre un mot à la place d'une explication, car l'immortel physiologiste ne prétendait aucunement expliquer l'essence, la nature intime de la force qu'il appelait *irritabilité*.

En mettant un mot à la place d'une idée, Haller ne pouvait aucunement faire avancer la science. Le phénomène de la contraction musculaire demeura donc tout aussi impénétrable après Haller qu'il l'avait été avant lui.

On peut faire la même objection à la théorie de Bichat, qui, dans notre siècle, a renouvelé, sous un autre nom, la doctrine de Haller.

Bichat expliquait la contraction des nerfs par une des *propriétes vitales* de son invention, à savoir, la *contractilité*, qu'il attribuait à la fibre musculaire. Mais le mot de *contractilité* de Bichat ne dit rien de plus à l'esprit que l'*irritabilité* de Haller.

Prévost et Dumas essayèrent, vers 1830, d'expliquer la contraction musculaire par une théorie fort ingénieuse, mais qui avait le tort de manquer de base. Prévost et Dumas pensaient, d'une part, que l'électricité circule dans les nerfs, et d'autre part que les fibres musculaires sont disposées, dans leurs dernières ramifications, comme des espèces d'anses ou de courbes juxtaposées. Selon ces expérimentateurs, le courant électrique qui parcourt le nerf, exerce une attraction électrique sur les petites anses fibrillaires qui terminent les muscles. Ces petites anses fibrillaires, étant ainsi attirées les unes vers les autres, se raccourcissent et produisent la contraction musculaire.

A l'époque où Prévost et Dumas publièrent cette ingénieuse conception, c'est-à-dire en 1820, on appelait la physiologie le *roman de la médecine*. La théorie de la contraction musculaire

émise par l'illustre savant que la France admire aujourd'hui, était un des plus jolis chapitres de ce roman.

Il convient d'ajouter que les mêmes auteurs, Prévost et Dumas, publiaient, peu de temps après, dans les *Annales des sciences naturelles*, leurs remarquables *Recherches sur la génération animale*. C'est à partir de ce moment que l'on commença à soupçonner que le microscope peut rendre quelques services à la physiologie, et que l'analyse chimique ne suffit pas pour caractériser les liquides et les solides de l'économie.

Dans les premières années de notre siècle, on a cherché à expliquer la contraction musculaire de toutes sortes de manières : par de actions mécaniques et par des actions chimiques. On a dit que l'influx nerveux, en parcourant le nerf qui le conduit, produit une traction mécanique du muscle; ou que le fluide nerveux, en affluant dans les nerfs, agit mécaniquement pour faire mouvoir la fibre musculaire. D'autres ont cru que le courant nerveux, agissant à la manière d'une étincelle électrique, active, accroît la combustion du sang par l'oxygène du sang artériel, et que cette combustion, ainsi exaltée, provoque la contraction des fibres musculaires.

Toutes ces théories ont le tort d'être de simples vues de l'esprit, ou des applications des sciences physiques dont il est impossible de contrôler les bases.

Il ne faut donc pas hésiter à déclarer que le phénomène de la contraction musculaire, comme tant d'autres phénomènes de l'économie vivante, est inaccessible à nos explications, et qu'il ne peut s'expliquer que par l'un des attributs de la *force vitale*, c'est-à-dire par une cause dont la nature propre nous échappe.

C'est la contraction musculaire qui, mettant en action les leviers osseux, particulièrement ceux des membres, permet à l'homme et aux animaux d'exécuter des mouvements partiels ou généraux, mouvements qui varient selon qu'ils s'opèrent sur place ou dans la locomotion.

Les divers mouvements que nous exécutons sur place, s'accomplissent par un concours de puissances musculaires appropriées. Nous ne saurions entrer dans l'analyse détaillée des divers mouvements qui s'exécutent sur place. Nous porterons seulement notre attention sur les mouvements d'ensemble que nécessite la *locomotion*, c'est-à-dire le déplacement de notre corps.

La locomotion à la surface du sol s'exécute par la *marche*, la *course* ou le *saut*.

Pour comprendre le mécanisme de la *marche*, il faut commencer par se bien rendre compte de la *station verticale* de l'homme, la station verticale étant le point de départ de la marche.

La station verticale est propre à l'espèce humaine. *Os homini sublime dedit*, a dit Ovide [1]. Les ligaments articulaires suffisent à maintenir notre corps dans la position verticale. Grâce aux dispositions harmoniques qui existent entre les surfaces articulaires, le poids des différentes parties du corps étant supporté par les os du squelette, l'équilibre est parfait pendant la station verticale. La tête se tient en équilibre sur la colonne vertébrale; le tronc est soutenu tout entier par les articulations de la cuisse avec le bassin (*articulation coxo-fémorale*) et l'articulation des genoux soutient, conjointement avec la large base des pieds, le poids de tout le corps.

Hâtons-nous d'ajouter que les puissances musculaires viennent joindre leur action à celle de la pesanteur pour maintenir le corps dans la situation verticale. Les muscles du tronc et ceux de la cuisse tirent en arrière la colonne vertébrale et le tronc, qui tendraient à tomber en avant. Les muscles de la cuisse et ceux de la jambe tendent le genou en arrière, et s'opposent à sa flexion, pendant que l'équilibre général du corps est maintenu par d'autres muscles de la jambe. Enfin, les pieds, écartés l'un de l'autre, élargissent convenablement la base de sustentation, en rendant cet espace égal à celui qui sépare les deux articulations coxo-fémorales.

Ainsi, la pesanteur, le mode d'articulation et les puissances antagonistes des muscles se réunissent pour maintenir le corps en équilibre dans la station verticale, qui est la plus naturelle à l'homme. C'est grâce à un ensemble d'efforts musculaires que nous nous tenons debout et immobiles.

On sent bien, du reste, qu'il y a une grande dépense de forces dans la station, à la fatigue qu'on finit par ressentir dans les muscles du tronc, de la cuisse et du mollet, quand on est resté trop longtemps debout. La station verticale, dans une immobilité

1. *Os homini sublime dedit, cœlumque tueri*
Jussit, et erectos ad sidera tollere vultus.

« Dieu donna à l'homme un visage élevé vers le ciel, et lui ordonna de tourner son son front vers les astres. »

parfaite, ne peut être longtemps supportée, surtout si le poids de fardeaux vient s'ajouter à celui du corps. Quand on est forcé de rester longtemps debout, on prend, instinctivement, la position dite *hanchée*. En d'autres termes, on fait porter le poids du corps sur un seul membre, en fléchissant légèrement le corps du côté de ce membre, et l'on change de temps en temps la position *hanchée*. De cette manière, c'est-à-dire en reposant alternativement chaque jambe, en suspendant pendant quelque temps la contractilité des muscles, on leur permet de reprendre leur contractilité, et, après cet intervalle de repos, d'exercer un nouvel effort. Par cette suspension intermittente de l'effort musculaire, on peut prolonger beaucoup plus longtemps la station verticale.

La station sur un seul pied, que nous n'employons qu'à de longs intervalles et dans des conditions toutes particulières, est, au contraire, la situation imposée au danseur, qui est forcé de faire porter constamment le poids entier du corps sur un seul membre, et cela pendant un temps considérable. C'est dire que l'exercice de la danse exige une prodigieuse dépense de forces musculaires.

L'attitude à *genoux*, ou *assise* sans aucun appui du corps, se fait par le même mécanisme que la station verticale, en limitant ce mécanisme aux muscles de la tête et du tronc. Dans ces deux cas c'est le bassin ou les genoux qui portent le poids du corps, tandis que la contraction des muscles du cou et de ceux du tronc assure l'équilibre vertical.

Si, dans la station assise, on est soutenu par un dossier, la fatigue n'atteint que le bassin, qui supporte le poids du tronc et de la tête.

Le mécanisme physiologique de la station verticale du corps humain nous explique la *marche*. Dans la marche, le membre inférieur se dirige en avant, et le poids du tronc est supporté par l'articulation coxo-fémorale, c'est-à-dire par la tête de l'os de la cuisse ou *fémur*. Ce poids est transmis au sol par l'os principal de la jambe, le tibia, et par les os des pieds. Ensuite le membre inférieur opposé s'avance à son tour, et supporte seul le poids du corps, tandis que le membre resté en arrière se repose. Il y a un moment, dans cette succession de pas, où le corps s'appuie sur les deux jambes à la fois, mais ce moment est très-court.

C'est précisément là ce qui différencie la *course* de la *marche*, car dans la course le pied resté en arrière se détache du sol avant

que l'autre y arrive, et il n'y a aucun moment dans lequel le corps porte sur les deux pieds à la fois.

L'inclinaison du corps en avant favorise la marche, en combattant la résistance de l'air. Le balancement des bras est également utile pour maintenir l'équilibre du corps, équilibre qui est naturellement instable pendant le continuel déplacement du centre de gravité qui résulte de ce que le poids du corps est continuellement porté tantôt à droite, tantôt à gauche. Les bras, en se balançant, c'est-à-dire en prenant différentes positions, changent instinctivement le centre de gravité du corps, selon les besoins, comme le balancier du danseur de corde assure la stabilité du danseur, en déplaçant, pour maintenir l'équilibre, le centre de gravité du corps.

La vitesse habituelle de la marche chez l'homme est de six kilomètres à l'heure. Mais, par l'exercice, on arrive à accroître singulièrement cette vitesse. Les marcheurs de profession font facilement huit kilomètres à l'heure, en marchant cinq à six heures à cette vitesse.

Pendant la célèbre ascension où il parvint le premier au Mont-Blanc, en 1786, le guide Jacques Balmat marcha quatre jours et quatre nuits, sans se reposer un moment. L'un de ses fils, Edouard Balmat, parti de Paris pour rejoindre son régiment, arriva à la vallée de Chamonix le cinquième jour, après avoir parcouru 546 kilomètres, c'est-à-dire fait 108 kilomètres par jour.

Le même Édouard Balmat, plusieurs années après, parti des bains de Louèche à deux heures du matin, arriva à Chamonix à neuf heures du soir, ayant franchi en dix-neuf heures 120 kilomètres.

La *course*, avons-nous dit, diffère de la marche en ce que les deux pieds ne portent jamais ensemble sur le sol. Il faut ajouter à ce caractère que dans la course les deux pieds sont, à certains moments, entièrement détachés du sol, ce qui n'arrive jamais dans la marche, et que la vitesse du déplacement est très-considérable.

Dans la course, le corps est beaucoup plus incliné en avant que dans la marche, ce qui rend les chutes plus faciles, et en même temps plus graves, en raison de la vitesse. C'est donc par une suite de *sauts* que s'effectue la course, le saut se faisant alternativement par l'un et par l'autre pied.

La plus grande vitesse de la course est de 27 kilomètres en

une heure, suivant Weber; mais une telle vitesse ne saurait être soutenue pendant une heure. La vitesse normale de la course n'est pas de plus de 14 kilomètres à l'heure, et l'on peut courir assez longtemps avec cette vitesse.

Le *saut* n'est autre chose qu'un des pas de la course exécuté seul. Il est précédé de quelques pas de course rapides et serrés, destinés à donner l'élan. La vitesse acquise dans ces premiers pas s'ajoute à celle que le sauteur imprime à son corps, par la dernière impulsion. Par le saut, on peut franchir un espace de 4 à 6 mètres, dans le sens horizontal.

Le *saut à pieds joints* comporte un autre mécanisme. On commence par fléchir les deux membres inférieurs ; puis, par une contraction subite des mêmes membres et une impulsion du corps, on porte, avec une grande force, tout le corps en avant. C'est surtout la détente des muscles de la jambe et du pied qui détermine le saut, dont la longueur dépend de la vitesse qu'on a imprimée au corps au moment où on l'a détaché du sol. La projection violente des bras en avant, ajoute beaucoup à la force de l'impulsion.

Pour *grimper*, il faut faire agir simultanément les bras et les jambes. Tandis que les mains s'accrochent aux aspérités d'un mur ou aux branches d'un arbre, les membres inférieurs soutiennent le corps et le poussent de bas en haut. Les muscles du bras et de l'épaule sont ceux qui prennent la plus grande part à cet exercice.

Dans la *natation*, tous nos muscles sont en jeu. Le corps étant placé horizontalement sur le ventre, dans les couches supérieures de l'eau, on commence par replier les membres; ensuite on rapproche les talons, et l'on applique les mains l'une contre l'autre, au devant de la poitrine. Alors on détend brusquement les pieds, qui vont frapper l'eau par leur face plantaire. On allonge en avant les bras, qui coupent l'eau ; puis on les sépare et on les ramène sous la poitrine, après leur avoir fait décrire une courbe, à la manière des rames. Ces mouvements exécutés avec ordre, et convenablement espacés, permettent au corps de surnager et de progresser avec plus ou moins de vitesse. Privé de tout mouvement, le corps ne pourrait se soutenir sur l'eau et tomberait au fond.

L'explication des mouvements de la machine animale par l'application des lois de la physique, particulièrement des lois des leviers et de leurs points d'application, n'est point de date

moderne. C'est à un anatomiste italien du XVIIe siècle, Borelli, que l'on doit cette étude. Les physiologistes modernes n'ont eu

Fig. 156. Borelli.

qu'à la compléter par la considération des faits acquis à la science depuis cette époque.

Le livre de Borelli, intitulé *de Motu animalium*[1], qui fut publié,

1. *De motu animalium, pars prima, in qua copiose disceptatur de motionibus conspicuis animalium, nempe de externarum partium flexionibus, extensionibus, et tandem de gressu, volatu, natatu et ejus annexis.* (Roma, 1680, in-4.) *Pars altera, in qua disceptatur de causis motus musculorum et motionibus internis, nempe humorum, qui per vasa et viscera animalium fiunt.* (Roma, 1681, in-4.)

pour la première fois, à Rome, en 1680, renferme l'étude de tous les mouvements du corps humain. Dans la première partie de cet ouvrage (la seule dont la science moderne ait à se préoccuper, car la seconde partie, publiée en 1681, n'est qu'une suite d'hypothèses gratuites, reflet des idées iatro-mathématiques de son temps), Borelli évalue en chiffres la force développée par les muscles dans les mouvements des divers animaux, et il donne l'analyse ainsi que l'explication physique de tous ces mouvements.

Le livre de Borelli *de Motu animalium* était en si grande estime au siècle dernier, que le médecin Chirac, de l'Université de Montpellier, légua, par testament, les fonds nécessaires pour l'entretien d'un professeur qui serait chargé d'expliquer et de commenter ce livre, ainsi que les matières qui s'y rapportent. Cependant la volonté du testateur ne fut point exécutée.

Jean Alphonse Borelli était né à Naples, en 1608. Il passa sa vie à enseigner les mathématiques et la philosophie à Florence et à Pise, où il mérita l'estime et la bienveillance des princes de la maison de Médicis. Ce fut pendant son séjour à Pise que, mettant à profit ses grandes connaissances en mathématiques, il s'appliqua à l'étude des mouvements des animaux.

Dans ses dernières années, il se retira à Rome, dans la maison des *religieux des écoles pieuses* (clercs réguliers de Saint-Pantaléon). Il y mourut, le 31 décembre 1679.

Borelli fut plutôt mathématicien qu'anatomiste. Il est le chef de la secte iatro-mathématique. Le parti qu'il avait su tirer de la statique pour expliquer les mouvements des animaux, lui suggéra l'idée d'appliquer également la science du calcul à toutes les fonctions et à tous les phénomènes de l'économie animale; mais il n'exécuta pas lui-même ce projet, qui ne fut développé dans toute son étendue que par son élève, Laurent Bellini. Borelli se borna à étudier, parmi les phénomènes de la vie, ceux qui sont soumis, jusqu'à un certain point, aux règles de la mécanique, et il jeta de vives lumières sur cette partie de la physiologie. Il reconnut le premier que les muscles sont obligés de déployer une très-grande force, même lorsqu'ils n'ont à surmonter qu'une résistance légère; et il fit voir que cet effet tient à plusieurs causes réunies, qu'il étudia successivement, à savoir : l'insertion des muscles plus près du centre du mouvement que ne l'est la résistance ou le poids qu'ils font mouvoir autour de ce centre, — l'obliquité de l'insertion musculaire, — la direction

des fibres charnues par rapport au tendon. Il prouva que les os des membres sont de véritables leviers, sur lesquels les muscles agissent comme des puissances motrices. Cette découverte fondamentale, dont on n'avait aucune idée avant Borelli, aurait suffi pour immortaliser son nom.

Nous terminerons ce que nous avions à dire concernant les mouvements du corps humain par quelques mots sur l'*effort* en général.

Dans les divers mouvements que nous venons de passer en revue, c'est-à-dire dans les mouvements de translation du corps, comme d'ailleurs dans beaucoup de mouvements qui s'exécutent sur place, il y a souvent ce qu'on peut appeler un *effort*, c'est-à-dire l'union de plusieurs puissances musculaires dans une contraction commune. Pour soulever un fardeau, attirer ou repousser un corps, pour gravir une côte, soit en marchant, soit en courant, enfin pour tout travail mécanique laborieux, il y a développement d'effort.

Quand nous avons besoin de produire un effort, nous commençons par faire une inspiration profonde ; puis nous retenons la masse d'air introduite dans la poitrine. Ainsi dilaté, le thorax fournit un point d'appui fixe et solide aux muscles qui s'y attachent et qui doivent vaincre la résistance. Lors même que ce ne sont pas les muscles du thorax qui doivent agir, l'amplitude de cette cavité est nécessaire pour fournir indirectement un point d'appui aux muscles sur la colonne vertébrale et sur les os du thorax. Un mouvement auquel prennent part seulement le bras ou la main, s'il est produit avec effort, demande le concours des autres puissances musculaires de l'économie. Or la grande distension des parois de la poitrine est la condition de ce commun concours.

Ce qui le prouve, c'est que pendant l'effort il nous est impossible d'exécuter un mouvement autre que celui que nous avons en vue. Si l'on veut soulever un lourd fardeau, il faut que tous les muscles agissent dans cette intention, et l'on ne peut rien distraire des forces de l'économie occupées à ce travail. On ne saurait, pendant un effort violent, ni regarder, ni respirer, ni sentir, ni avaler. C'est à peine si une légère expiration se produit. Les poumons restent distendus par l'air ; les viscères du bas-ventre sont comprimés en haut par le diaphragme, et sur les côtés

par les muscles abdominaux. Quelquefois seulement, un peu d'air part bruyamment de la poitrine, en produisant un son rauque et précipité : puis la glotte se referme et retient l'air emprisonné dans la poitrine. C'est ainsi que se produit le *han!* du geindre, soulevant péniblement la masse énorme de la pâte du pain, pour la rejeter avec force dans le pétrin, et que le marin qui tire une corde de manœuvre, ou le batelier qui hale un bateau sur la berge, font entendre leur *han!* particulier.

La pression violente que les viscères abdominaux éprouvent pendant l'effort, de la part du diaphragme et des muscles abdominaux, peut avoir de sérieux inconvénients. C'est par cet effort que se produit la hernie, c'est-à-dire la sortie d'une anse d'intestin par l'*anneau inguinal*. La pression énergique ou répétée des intestins par les muscles abdominaux a déterminé ce fâcheux accident. Les cris de l'enfant au berceau peuvent suffire pour produire la hernie. Avis aux parents.

X

COMMENT SE PRODUIT LA VOIX?

La voix consiste dans la production des sons, et le son résulte des vibrations rapides et régulières de certains corps. — La *hauteur*, l'*intensité* et le *timbre des sons*. — Quelques principes d'acoustique. — L'appareil vocal chez l'homme. — Description du larynx : cartilages, muscles, épiglotte, glotte, cordes vocales ou *rubans vocaux*, ventricule de la glotte. — Le *laryngoscope*, histoire de la découverte de cet instrument. — Le chanteur Manuel Garcia, le docteur Segond, le docteur Türck et le docteur Czermak. — Coupe anatomique de l'arrière-gorge et du pharynx, montrant la manière dont le laryngoscope doit être placé pour éclairer l'intérieur du larynx. — Manière de faire usage du laryngoscope : mode d'éclairage, miroir frontal, miroir laryngien. — Les théories de la phonation. — Théorie ancienne assimilant les cordes vocales du larynx aux cordes du violon mises en vibration par le passage de l'air. — Théorie moderne assimilant le larynx à un instrument à vent dans lequel les cordes vocales font l'office de l'*anche* du hautbois ou de la clarinette. — Ce que c'est que l'anche des instruments de musique. — Preuves que le larynx humain est bien un instrument à tuyau d'anche. — Un larynx artificiel en caoutchouc. — Théorie actuelle du mécanisme de la voix chez l'homme. — L'état des cordes vocales, la longueur de la trachée, la configuration des cavités buccale et pharyngienne, modifient la force, le volume et le timbre des sons. — Il faut distinguer dans la voix le *cri*, la *parole* et le *chant*. — Le *cri* n'est, chez l'homme, que l'expression d'une impression morale, mais il a une grande signification chez les animaux. — La *parole* est la voix articulée. — C'est l'intelligence qui crée la parole. — Les sons de la parole articulée composent l'alphabet, qui varie suivant les nationalités, et produit le langage chez les différents peuples. — Origine du langage humain — Notre alphabet : voyelles et consonnes. — Parties de l'appareil vocal qui sont en jeu dans l'émission des voyelles et des consonnes. — Mécanisme de la parole à voix basse. — Dans la parole à voix basse, le travail de la phonation se fait dans la bouche; les cordes vocales du larynx n'y prennent aucune part. — Altérations de l'appareil vocal produisant l'aphonie. — La ventriloquie, son mécanisme. — La voie modulée en sons constitue le *chant*. — Les voix d'homme se distinguent en *basse-taille*, *baryton*, et *ténor* : les voix de femme en *contralto*, *mezzo-soprano* et *soprano*. — La voix de chant, chez l'homme, a l'étendue de deux octaves et celle de la femme de deux octaves et demie. — Ce que c'est que la gamme ou l'échelle des tons. — Pour produire les notes basses, les

cordes vocales se relâchent, la glotte s'élargit et le conduit laryngien s'allonge; pour produire les notes aiguës, les cordes vocales se tendent et le conduit laryngien se raccourcit. — Qu'est-ce que la *voix de tête* ou *de fausset?* — Qu'est-ce que la *voix mixte?* — La musique instrumentale et la voix humaine.

Un ordre particulier de mouvements qui dépend, comme les précédents, du concours du système musculaire et du système nerveux, mais qui a des caractères trop spéciaux, trop tranchés, pour n'être pas mis à part et étudié isolément, c'est l'ensemble d'actions vitales qui ont pour résultat de produire la voix. Nous allons résumer les connaissances acquises aujourd'hui pour expliquer le mécanisme physiologique de la production de la voix humaine.

La voix consiste, d'une maniere générale, dans la production des sons. Il faut donc commencer par dire en quoi consiste le son, comment il prend naissance, quelles sont les lois qui régissent sa formation et les causes principales qui le modifient.

Le son est toujours le résultat des vibrations rapides et régulières d'un corps, vibrations déterminées soit par un choc, soit par un frottement. Une fois produites par le choc ou par le frottement, les vibrations sonores ébranlent, de proche en proche, l'air, lequel les transmet dans tous les sens, sous forme d'ondes concentriques successives. Quand les *ondes sonores*, comme les appellent les physiciens, viennent frapper l'oreille de l'homme ou des animaux, elles y produisent l'impression des sons, d'après le mécanisme vital que nous avons expliqué en parlant du sens de l'ouïe.

Il faut distinguer dans le son trois qualités : la *hauteur*, c'est-à-dire le plus ou moins d'acuité, l'*intensité* et le *timbre*.

La *hauteur* d'un son dépend du nombre de vibrations exécutées par un corps sonore dans un temps déterminé. La seconde est l'intervalle de temps choisi par les physiciens pour y rapporter le nombre de vibrations sonores. La *hauteur* ou l'*acuité* d'un son dépend de la rapidité de ses vibrations. Les sons graves sont donnés par un petit nombre de vibrations d'un corps, les sons aigus par un nombre considérable de vibrations. La limite des sons graves est représentée par 32 vibrations par seconde. Au-dessous de ce nombre, le son est tellement bas qu'il n'est plus perceptible à l'oreille. La limite des sons aigus est de 70 000 vibrations par seconde. Au-dessus de ce nombre l'oreille perd la

faculté de percevoir le son, c'est-à-dire que tout son dont les vibrations dépassent 70 000 par seconde, est pour nous comme s'il n'existait pas. Le son le plus bas de la voix humaine donne 160 vibrations par seconde; le son le plus élevé 2048.

L'*intensité* du son dépend, non du nombre de vibrations, mais de l'amplitude de ces vibrations.

Le *timbre* dépend de propriétés physiques encore mal définies, mais qui sont liées à la nature du corps vibrant, et qui font que le son de la harpe, par exemple, ne ressemble pas à celui du cornet à piston, bien que l'un et l'autre instrument donnent exactement la même note, sous le rapport de la hauteur et de l'intensité du son.

On appelle *unisson* les sons que produisent deux ou plusieurs instruments, ou plusieurs sons quelconques, en donnant le même nombre de vibrations par seconde. Un violon et la voix humaine donnant l'un et l'autre un son qui produit 600 vibrations par seconde, sont dits à l'*unisson*, quelle que soit l'intensité relative et le timbre du son provenant de la voix et du violon.

Pour comprendre le mécanisme de la production de la voix, il faut avoir présents à l'esprit quelques principes empruntés à l'acoustique, particulièrement les suivants :

1° L'*octave des sons*, c'est-à-dire la note de la gamme supérieure, est donnée par un nombre de vibrations exactement double du nombre de vibrations de la note de la gamme inférieure. Si l'*ut* de la quatrième corde d'un violon fait 512 vibrations par seconde, l'*ut* de l'octave supérieure en fait 1024. De même pour la voix humaine, une note quelconque de la gamme donnée à son octave produit un nombre de vibrations exactement double.

2° Le nombre de vibrations d'une corde tendue est en raison inverse de sa longueur. Si l'on fait résonner une corde de 2 mètres de longueur et que l'on réduise cette longueur à 1 mètre, on obtiendra un son à l'octave supérieure du premier son.

3° Le nombre des vibrations qu'exécute une corde augmente avec sa tension, et ce nombre est proportionnel à la racine carrée des poids qui la tendent. Par exemple, une corde qui supporte un poids de 1 kilogramme et qui donne le ton *ut*, donnera le ton ut^2 si l'on remplace le poids de 1 kilogramme par un poids de 4 kilogrammes.

4° Les cordes métalliques, et à plus forte raison les cordes composées de matières organiques, ne produisent que des sons d'une

faible intensité lorsqu'elles ne sont pas mises en vibration dans des conditions propres à la sonorité.

Ces principes d'acoustique suffisent pour comprendre le mécanisme de la formation de la voix.

Ce qui produit la voix chez l'homme n'est pas un simple organe, mais une réunion d'organes, c'est-à-dire un *appareil*, selon le langage des physiologistes, qui donnent le nom d'*appareil* à une *réunion d'organes*.

L'*appareil vocal* se compose :

1° Des poumons, fonctionnant comme soufflet, pour chasser l'air par une forte expiration ;

2° De la trachée-artère, ou tuyau porte-vent, qui amène cet air dans le larynx ;

3° Du larynx, organe creux, à l'intérieur duquel se produit le son ;

4° Du pharynx et des cavités buccale et nasale, qui renforcent le son, produisent la parole articulée et donnent à la voix son timbre particulier.

De tous les organes que nous venons d'énumérer, comme concourant à la formation des sons, un seul nous est encore inconnu, et c'est le plus essentiel de tous : le *larynx*. Faisons donc connaissance avec l'important instrument dont nous a dotés la nature.

Situé à la partie antérieure et supérieure du cou, le larynx est une petite cavité, composée de la réunion de cinq cartilages, reliés entre eux par des ligaments, et mis en mouvement par de petits muscles, lesquels, par leur contraction, tendent les replis musculo-membraneux nommés *cordes vocales*, et produisent ainsi la diversité des sons.

La figure 157 montre le larynx vu par sa face antérieure; la figure 158 le larynx vu par sa face latérale.

Des cinq cartilages du larynx, deux sont doubles : les *cartilages arythénoïdes;* trois sont impairs : l'*épiglotte*, le *cartilage cricoïde* et le *cartilage thyroïde*.

Le cartilage *cricoïde* (du grec κρίκος, anneau), placé à la base du larynx, établit la continuité avec la trachée-artère.

Le cartilage *thyroïde* (du grec θυρεός, bouclier) est formé de deux lames quadrangulaires, qui se réunissent, par leur bord antérieur, sur la ligne médiane, en formant une saillie, vulgai-

rement connue sous le nom de *pomme d'Adam*. Comme le larynx est plus volumineux chez l'homme que chez la femme, le cartilage thyroïde forme une saillie très-prononcée, qui n'existe pas chez la femme.

Les deux cartilages aryténoïdes (du grec ἀρύταινα, entonnoir), forment la partie supérieure et la paroi postérieure du larynx.

L'épiglotte (du grec ἐπί, sur, γλῶσσα, langue), dont nous nous sommes assez longuement occupé à propos de la déglutition des

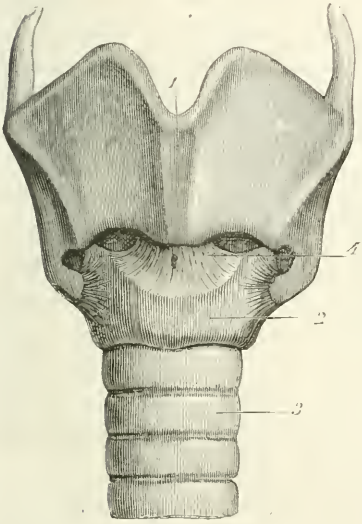


Fig. 157. Le larynx vu par sa face antérieure.

1. Cartilage thyroïde.—2. Cartilage cricoïde. — 3. Trachee. — 4. Ligament crico-thyroïdien.

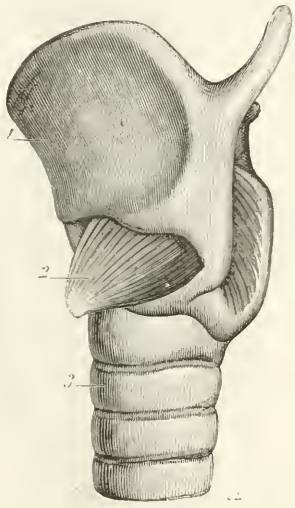


Fig. 158. Le larynx vu par sa face latérale.

1. Cartilage thyroïde. — 2. Muscle crico-thyroïdien. — 3. Trachée-artère.

aliments, est une lame mince, fibro-cartilagineuse, qui peut s'appliquer sur l'orifice supérieur du larynx, de manière à fermer complètement cet organe au moment de la déglutition. Mais dans l'état ordinaire cette espèce de soupape est redressée, et laisse entièrement libre l'orifice supérieur du larynx.

Des muscles nombreux dépendent du larynx. Ces muscles servent, d'une part, à faire adhérer le larynx aux parties voisines; d'autre part, à mouvoir les cartilages pour la production des sons, et à tendre, dans le même but, les *cordes vocales*.

L'intérieur du larynx est tapissé d'une membrane muqueuse, continue avec celle de la trachée-artère et du pharynx. Deux replis de cette muqueuse, renforcés par des fibres musculaires d'une grande énergie (*muscles aryténoïdiens*), forment ce que l'on nomme les *cordes vocales*, l'instrument essentiel de la phonation.

Les cordes vocales, ou *rubans vocaux*, sont au nombre de deux de chaque côté, par conséquent quatre en tout. Les *cordes vocales supérieures* peuvent manquer et n'existent point chez les animaux. Elles ne jouent d'ailleurs aucun rôle dans le phénomène de la phonation. Les cordes vocales inférieures servent seules à produire la voix. Aussi de nos jours beaucoup d'anatomistes ont-ils rayé les *cordes vocales supérieures* dans l'énumération des éléments anatomiques laryngiens chez l'homme.

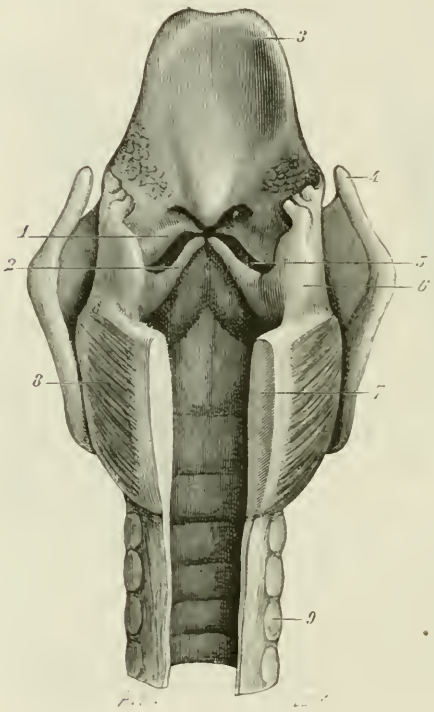


Fig. 159. Larynx, vu à l'intérieur.

1. Corde vocale supérieure. — 2. Corde vocale inférieure. — 3. Épiglotte. — 4. Cartilage thyroïde. — 5. Coupe verticale de la glotte. — 6. Cartilage aryténoïde. — 7. Coupe du cartilage cricoïde. — 8. Muscle crico-aryténoïdien — 9. Trachée.

Les cordes vocales supérieure et inférieure (1 et 2, fig. 159) sont séparées l'une de l'autre par une distance de 8 à 10 millimètres seulement, et l'on donne le nom de *ventricule de la glotte* au petit espace qui les sépare.

On appelle *glotte* la fente qui existe entre les bords des deux cordes vocales inférieures. Ce petit espace libre, qui n'a pas plus de 5 à 6 millimètres d'étendue, et dans lequel vibrent, de chaque côté, les *rubans vocaux*, est le théâtre principal du phénomène de la phonation

Les connaissances, tant anatomiques que physiologiques, que l'on avait sur le larynx et ses fonctions, sont restées longtemps entachées de beaucoup d'obscurité et d'incertitude, par suite de l'impossibilité où l'on se trouvait de voir les diverses parties du larynx en état de fonction pendant la vie. Le physiologiste allemand J. Müller avait fait, au milieu de notre siècle, beaucoup d'expériences ingénieuses avec des larynx artificiels, ou des larynx détachés du corps des animaux; mais il n'était parvenu qu'à des résultats peu exacts concernant le mécanisme de la voix.

La découverte, qui fut rendue publique en 1860, d'un instrument permettant d'examiner sur le vivant la cavité intérieure du larynx, vint jeter sur cette question des lumières inattendues, soit dit au propre comme au figuré. Nous voulons parler du *laryngoscope*, instrument qui rend aujourd'hui de réels services pour le diagnostic et le traitement des maladies des voies aériennes.

La construction première du laryngoscope appartient à un médecin de Vienne (Autriche), le docteur Türck, qui fit connaître pour la première fois cet instrument au public médical en 1857.

Le laryngoscope du Dr Türck était la réalisation de l'idée que le chanteur Manuel Garcia avait eue le premier, en 1855.

Manuel Garcia avait réussi à porter au fond de la gorge, au moyen d'une tige longue et flexible, un petit miroir métallique, semblable à celui dont les dentistes font usage pour examiner la face postérieure de l'arcade dentaire.

Avec ce petit miroir porté au bout de sa tige (fig. 160), Garcia pouvait examiner, par réflexion, les parties profondes de l'arrière-gorge[1].

La figure 161 fait comprendre que, si l'on introduit dans l'arrière-gorge d'une personne, et par-dessus l'orifice du larynx, un petit miroir carré ou ovale, placé à l'extrémité d'une tige flexible, et que l'on éclaire fortement ce miroir, la lumière ira se réfléchir à l'intérieur du larynx, de sorte qu'un observateur pourra voir, par cette réflexion des rayons lumineux, une partie du larynx.

1. *Observations on human voice.* (*The London, Edingburgh and Dublin philosophical Magazine*, t. X, 1855, p. 218.)

Garcia avait été aidé dans ses essais par le Dr Segond, ancien agrégé de la Faculté de médecine de Paris. Le docteur Segond, que nous avons entendu plus d'une fois dans les soirées musicales d'Orfila, était doué d'une belle voix de ténor. Il se décida à abandonner la médecine et à embrasser la carrière lyrique. Après avoir tenu sur plusieurs théâtres de l'Italie, et même à l'Opéra de Paris, l'emploi de premier ténor, M. Segond est

Fig. 160.
Miroir du laryngoscope.

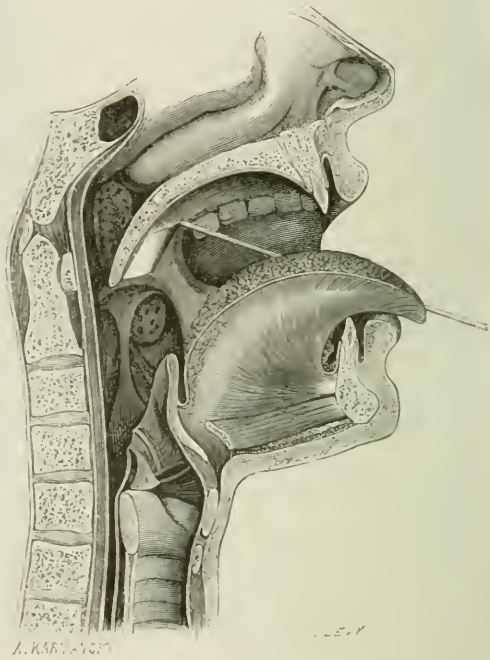


Fig. 161. Coupe de l'arrière-gorge et du pharynx, montrant la manière de placer le miroir du laryngoscope.

aujourd'hui retiré à Nice. On doit un souvenir à ce double et digne élève d'Esculape et de Thalie, qui a contribué à préparer la découverte de l'un des plus précieux appareils dont la physiologie se soit enrichie pendant notre siècle.

Deux années après la découverte de Garcia, c'est-à-dire en 1857, le Dr Türck construisit et appliqua sur quelques sujets le laryngoscope. Mais les difficultés de l'adaptation et de l'éclairage du

miroir laryngien étaient grandes. Le docteur Türck éclairait le fond de la gorge à l'aide de la lumière solaire, ce qui limitait l'emploi de l'instrument à la durée du jour. En 1859, le docteur Czermak, professeur de physiologie à Pesth (Hongrie), reprit cet appareil, dans le but de le perfectionner et de le rendre pratique. Ses efforts furent couronnés d'un succès complet.

En 1860, le Dr Czermak se rendit à Paris, pour y faire connaître le laryngoscope. Différentes applications et essais pratiques du nouvel instrument furent faits par lui dans nos hôpitaux. Les avantages incontestables de cet appareil furent bientôt établis, et l'on reconnut unanimement que la physiologie s'était enrichie d'un très-curieux moyen d'exploration d'organes qui étaient restés jusque-là dérobés à la vue[1].

On vient de voir (fig. 161) comment on peut, à l'aide d'un faisceau de lumière dirigé au fond de la gorge, examiner par réflexion, et comme dans une glace, la partie supérieure du larynx et les parties du pharynx inaccessibles à l'inspection directe; mais quelques détails seront nécessaires pour faire bien saisir le jeu du laryngoscope et la façon de le mettre en œuvre. Voici donc quel est le manuel opératoire suivi aujourd'hui par les chirurgiens qui se servent du laryngoscope pour l'examen des voies aériennes.

La personne dont on veut examiner le larynx, est assise en face de l'opérateur, les mains appuyées sur les genoux, le corps légèrement incliné en avant, le cou tendu et un peu renversé en arrière, la bouche largement ouverte et la langue aussi abaissée et aplatie que possible, au moyen d'une spatule qui la déprime fortement, ou, plus simplement, tirée en avant et tenue fixement par la main du patient lui-même. L'opérateur est debout, près d'une table, où se trouve une lampe d'un fort calibre. Derrière la flamme de la lampe est disposée, au fond du tuyau, une lentille biconcave, qui a pour effet tout à la fois de réfléchir les rayons lumineux et de les renvoyer groupés en un faisceau unique et parallèle. Cette lentille, réfléchissant et concentrant les

1. *Méthode pratique de laryngoscopie*, par le Dr L. Türck, médecin en chef de l'hôpital général de Vienne (Autriche). Édition française, accompagnée d'une planche lithographiée et de 29 figures intercalées dans le texte. Brochure in-8. Paris, 1861, chez J.-B. Baillière.

rayons du foyer lumineux, projette une vive lumière sur le fond de la gorge du malade, qui se trouve ainsi magnifiquement illuminée. Le sujet ayant toujours la bouche largement ouverte et la langue abaissée, l'opérateur introduit dans l'arrière-gorge, et place en contact avec la luette, par sa face postérieure, un petit miroir (de 20 millimètres de diamètre et de 2 millimètres d'épaisseur). Ce miroir est attaché à une longue et mince tige métallique que l'opérateur tient à la main. On comprend que les parties profondes du larynx ou du gosier, fortement éclairées par la lumière de la lampe, viennent se réfléchir sur le petit miroir, que l'on incline à 45°, et que par cette réflexion ces organes deviennent visibles de l'extérieur.

On se ferait difficilement l'idée, sans en avoir été témoin, des résultats admirables que donne cet appareil, si simple en lui-même, et des facilités qu'il procure pour soumettre à l'inspection directe les parties supérieures de l'organe vocal. Toute l'arrière-gorge, le pharynx, et l'intérieur du larynx, viennent s'étaler et s'épanouir aux yeux de l'observateur. La partie supérieure du larynx, cet organe entièrement dissimulé jusqu'ici, laisse discerner jusqu'à ses moindres replis. On assiste au spectacle, aussi intéressant qu'imprévu, du mécanisme fonctionnel de l'organe vocal. Quand le sujet fait entendre des sons, on voit les cordes vocales se tendre ou se relâcher, et la fente de la glotte se fermer ou s'ouvrir, selon l'intensité ou l'acuité des sons.

Mais à cela ne se bornent point les applications du laryngoscope. Si l'on prend un miroir laryngien plus petit, et qu'on le retourne de façon à l'incliner en sens contraire, pour le mettre en regard, non plus du larynx, mais de la face supérieure de l'isthme du gosier, on aperçoit, au lieu du larynx, l'ouverture postérieure des narines et l'entrée de la trompe d'Eustache, c'est-à-dire du canal qui met en communication l'arrière-bouche avec l'oreille moyenne. La seule précaution à prendre, c'est de relever, avec un stylet mousse, la luette, qui gênerait la vue.

Ainsi, dirigé tantôt en haut, tantôt en bas, le laryngoscope permet l'exploration directe par la vue de toute l'étendue de l'isthme du gosier.

La figure 162 montre comment les choses sont disposées pour procéder à l'examen de l'arrière-gorge et du larynx chez un malade.

Le chirurgien se tient debout devant le patient. L'appareil d'éclairage se compose de la flamme de la lampe contenue dans un tube AA′, lequel est ouvert à son extrémité A et fermé à l'autre extrémité A′. Dans la partie fermée se trouve une grosse lentille de verre et un réflecteur métallique. La lumière de la lampe concentrée par la lentille et renvoyée par le réflecteur, sous

Fig. 162. Examen au laryngoscope de l'arrière-gorge et du larynx.

forme de rayon parallèlles, vient se projeter sur le miroir M, que le chirurgien porte sur le front, au moyen d'une tige courbe élastique qui lui serre la tête. Les rayons lumineux de la lampe, réfléchis sur le miroir frontal M, vont se projeter sur le miroir laryngien placé au fond de la gorge du patient. L'observateur tient de la main droite la tige L de ce miroir. Dès lors l'intérieur du larynx est très-vivement éclairé par le faisceau lumineux

réfléchi sur le miroir laryngien, et le chirurgien voit, avec la plus grande facilité, les cordes vocales et le ventricule de la glotte.

Pour mieux faire comprendre la suite de réflexions des rayons lumineux sur le miroir frontal de l'observateur et sur le miroir laryngien, nous traçons dans une figure diagrammatique (fig. 163) cette suite de réflexions, en ajoutant le miroir laryngien placé au fond de la gorge, lequel ne peut être aperçu dans la figure précédente.

On comprend sans peine toute l'utilité du laryngoscope. Don-

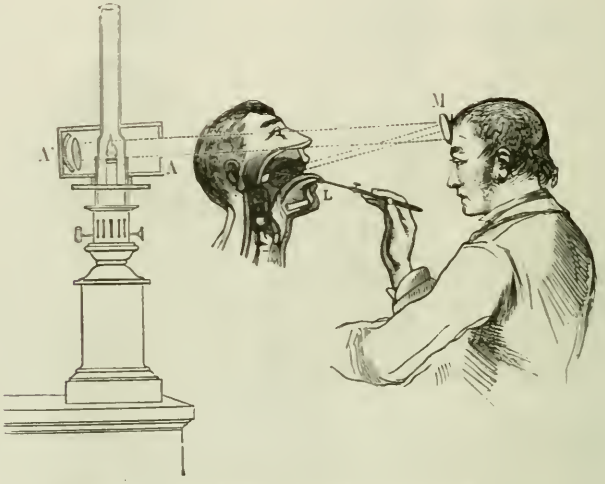


Fig. 163. Diagramme de la figure précédente.

A A'. Lampe et lentille réfléchissante. — M. Miroir frontal. — L. Tige du miroir laryngien.

ner le moyen d'explorer par la vue le larynx, la glotte, l'épiglotte, toute la surface de l'isthme du gosier, l'ouverture postérieure des fosses nasales, etc., c'est rendre à la chirurgie un service incontestable.

Mais le diagnostic des affections de la cavité buccale ou laryngienne n'est pas le seul avantage que la chirurgie ait retiré de cet appareil. Quand il s'agit de porter dans l'intérieur du larynx ou sur les parois pharyngiennes les caustiques ou les topiques que réclame presque toujours le traitement des angines ou des affections croupales ; quand il s'agit de faire pénétrer

l'instrument tranchant dans le fond du larynx pour l'extirpation d'une tumeur ou d'un polype; quand il faut seulement constater l'état de ces parties après l'extirpation d'une tumeur, dans tous ces cas variés, la possibilité d'éclairer largement ces parties profondes est un puissant auxiliaire des moyens de traitement. Ainsi, le diagnostic des maladies du larynx, du pharynx et de l'arrière-gorge, autant que leur thérapeutique, ont bénéficié de l'instrument dont nous parlons.

La physiologie, nous n'avons pas besoin de le dire, a mis en œuvre le laryngoscope. Le mécanisme de la voix, le rôle des différentes parties du larynx dans le phénomène de la phonation, avaient donné lieu, pendant longtemps, aux opinions les plus diverses et les plus contradictoires. Les longues recherches de J. Müller étaient demeurées impuissantes à dissiper l'obscurité qui régnait encore sur les points fondamentaux de la théorie de la voix. Pour le perfectionnement de cette partie de la physiologie, un appareil qui vient étaler sous les yeux le larynx, au moment même de son action fonctionnelle, devait rendre les plus grands services.

Depuis l'origine de la science, deux théories fort opposées avaient partagé les physiologistes pour expliquer la phonation. Les uns, avec le physiologiste Ferrein (1741), assimilaient les cordes vocales du larynx aux cordes du violon mises en vibration par l'air faisant l'office d'archet; les autres, avec Galien, Fabrice d'Aquapendente (1550) et Dodart (1750), assimilaient le larynx à un instrument à vent, dans lequel les *rubans vocaux*, différemment tendus par les muscles intrinsèques du larynx, faisaient l'office de l'*anche* de certains de nos instruments, tels que le hautbois et la clarinette. Mais ni l'une ni l'autre de ces théories n'étaient jamais parvenues à rallier tous les suffrages.

En 1798, Cuvier, lisant devant l'Institut un mémoire sur la *voix*, commençait sa lecture en ces termes :

« Les savants ne sont point d'accord pour expliquer le mécanisme de la formation de la voix. »

Aussitôt un physicien de la docte compagnie se lève, et interrompant le lecteur :

« Je m'étonne, dit-il, de l'assertion de M. Cuvier. Les savants sont parfaitement d'accord sur le mécanisme de la voix. Tout le

monde admet que la voix humaine est un instrument à cordes. »

Mais aussitôt un autre académicien se lève :

« Je m'étonne, dit-il, de l'assertion de M. Cuvier. Tout le monde reconnaît que la voix humaine est un instrument à vent. »

Alors Cuvier, reprenant son manuscrit, répète, avec un sourire, la phrase du début de son mémoire :

« Les savants ne sont point d'accord pour expliquer le mécanisme de la formation de la voix. »

Pareille divergence ne se produirait plus aujourd'hui devant un corps savant, car chacun serait unanime à dire :

« La voix humaine est un instrument à vent. » Et pour préciser davantage, on ajouterait : « La voix humaine est un instrument à *tuyau d'anche*. »

Puisque les instruments à *tuyau d'anche*, c'est-à-dire la clarinette et le hautbois, donnent la meilleure idée du mécanisme de l'acte vocal chez l'homme, hâtons-nous de dire en quoi consiste l'anche dans les instruments de musique.

Une *anche* se compose de deux lames minces, élastiques, ordinairement en bois, qui sont fixées par un de leurs bords seulement au milieu d'un tuyau sonore, l'autre bord de chaque lame étant libre et susceptible de vibrer à l'intérieur du tuyau. Lorsqu'un courant d'air vient la frapper, l'anche vibre, avec une prodigieuse rapidité, par ses bords libres, et elle émet des sons musicaux, qui dépendent de la rapidité du courant d'air et du mouvement des lèvres de l'exécutant.

L'anche est *double* ou *simple*, c'est-à-dire qu'il peut y avoir, à l'intérieur du tuyau, une seule membrane composée de deux lèvres vibrant en face l'une de l'autre et laissant entre elles un certain intervalle, ou deux de ces membranes à deux lèvres. C'est en interceptant en partie ou en laissant libre le courant d'air que les lames de l'anche produisent le son musical. Le son ainsi émis est grave ou aigu, suivant que les lames sont plus ou moins courtes, parce qu'elles exécutent des vibrations en nombre plus ou moins grand dans un temps donné. Pour produire des sons qui passent progressivement ou subitement d'un extrême à l'autre de l'échelle harmonique, le joueur de hautbois ou de clarinette diminue ou augmente l'étendue des lames

de l'anche, en pinçant ou lâchant ses lèvres, selon qu'il veut aller de l'aigu au grave, et *vice versâ*. Il faut ajouter que, dans ces instruments, les sons sont encore modifiés par les différents degrés d'épaisseur, de largeur, d'élasticité ou de mollesse des lames de l'anche, par l'intensité du courant d'air, enfin par la forme, le diamètre et la longueur du tuyau porte-vent.

On trouve réunis dans le larynx tous les organes qui constituent le *tuyau d'anche*. Les *rubans vocaux*, ou *cordes vocales* du larynx sont les deux lames de l'anche vibrant en face l'une de l'autre; — les muscles aryténoïdiens, qui rétrécissent ou agrandissent l'ouverture de la glotte, sont les lèvres du joueur de hautbois ou de clarinette, qui, en se pinçant ou s'ouvrant plus ou moins, produisent la diversité des tons; — la bouche et les fosses nasales sont le tuyau porte-vent; — enfin c'est l'air chassé de la poitrine qui fait résonner l'instrument selon son degré de vitesse.

Ce qui prouve bien que le larynx humain est un *tuyau d'anche*, c'est qu'en se basant sur ce principe, le physiologiste allemand J. Müller, et divers physiciens, ont construit, avec du caoutchouc et diverses membranes taillées en forme d'anche, et imitant autant que possible les dispositions de l'organe de la voix humaine, de véritables larynx artificiels, qui produisaient des sons. Citons, en particulier, comme ayant construit, après J. Müller, des *larynx artificiels*, d'abord les physiologistes allemands Harless et Merkel, et en France le docteur Fournié, médecin et physiologiste qui s'est adonné avec succès à l'étude de la voix humaine, de ses modifications et de ses maladies.

Les *rubans vocaux* peuvent être plus ou moins souples, plus ou moins gros, minces ou gonflés; les muscles du larynx peuvent être plus ou moins contractiles; la bouche, qui représente le tuyau porte-vent, peut varier ses dimensions; les efforts d'expiration peuvent être plus ou moins prononcés, etc. Toutes ces circonstances modifient le son formé primitivement par la vibration de l'anche laryngienne.

Voici donc comment se produit la voix, d'après la théorie qui assimile l'organe vocal de l'homme à un *tuyau d'anche*.

Les cordes vocales inférieures ou *rubans vocaux* (les cordes vocales supérieures ne prennent, avons-nous dit, aucune part au phénomène) représentent l'anche double de nos instruments de musique, tels que le hautbois, la clarinette, ou tout

simplement les lèvres du joueur de cor. Placés sur le passage de l'air qui arrive avec force des poumons, les rubans vocaux produisent le son par la vibration que leur imprime le passage rapide de l'air expiré.

Fig. 164. Glotte et cordes vocales.

La figure 164 représente les cordes vocales au moment de l'émission de la voix. L'intervalle entre les cordes vocales vibrantes est la glotte. La cavité intérieure du larynx, les cavités de l'arrière-gorge et du pharynx, servent, comme le pavillon évasé qui termine le hautbois, la clarinette ou le cor, à renforcer ou à modifier le son produit par les vibrations des rubans vocaux.

Plus les cordes vocales se rapprochent l'une de l'autre, plus le son est aigu ; plus les cordes vocales s'écartent, plus le son est grave.

Mais comment se produit cet écartement et ce rapprochement des cordes vocales? en d'autres termes, cet agrandissement ou cette diminution de la fente de la glotte? Par la tension plus ou moins grande des fibres musculaires qui entrent, comme nous l'avons dit, dans la composition de ces replis musculo-membraneux que l'on appelle les *cordes vocales* ou *rubans vocaux*, c'est-à-dire des muscles aryténoïdiens.

L'espace qui demeure libre entre les deux lèvres de la glotte, lorsqu'elle vibre pour la production des sons, n'a pas plus, avons-nous déjà dit, de 8 à 10 millimètres, et l'esprit est vraiment confondu quand on songe aux faibles différences dans les dimensions de la glotte qui produisent l'extraordinaire variation des tons dans les deux gammes qu'embrasse la voix du chanteur, et les trois gammes propres à celle de la cantatrice, et quand on songe aux différences de volume, d'intensité et d'expression que la voix présente chez l'homme.

Il est juste d'ajouter que la tension des rubans vocaux ne contribue pas seule à la diversité des tons de la voix. Le changement de dimension du larynx, son raccourcissement ou son allongement, déterminent la gravité ou l'acuité des sons. Le larynx, quand il diminue de dimensions, produit des notes aiguës ; quand il s'allonge, il produit des notes graves ; de même que la flûte donne des sons aigus, quand on raccourcit son tuyau vibrant, et des sons graves quand on allonge le tuyau sonore en bouchant tous les trous.

La trachée-artère, les bronches, les cavités buccale et nasale, ainsi que le pharynx, vibrent, comme les parois du larynx, pour renforcer ou modifier les sons musicaux produits par les cordes vocales. C'est ainsi que, dans les instruments de musique, les surfaces placées dans le voisinage des corps résonnants ont une influence considérable, non sur le ton, mais sur le volume, le timbre et l'intensité des sons. Une corde de violon fixée sur la table d'harmonie renforce considérablement le son, qui serait très-faible si l'on fixait les mêmes cordes à un corps privé de résonnance, comme une table ou un tapis. Retirez l'anche d'un hautbois et frottez ces languettes avec un archet, vous n'obtiendrez qu'un son très-faible.

Il est facile de comprendre, d'après ce qui précède, quelle influence doivent exercer sur la force, le volume, le timbre, l'étendue de la voix humaine le volume du larynx, l'état des rubans vocaux, c'est-à-dire leur tonicité, leur élasticité, leur vigueur musculaire, la longueur de la trachée-artère, qui fait office de *porte-vent*, la configuration des cavités buccale et pharyngienne, qui renforcent le son, la vitesse de l'air expiré, etc. Si le larynx est volumineux, si l'ouverture de la glotte est large, si une forte colonne d'air sort d'une poitrine spacieuse et saine, le son vocal aura beaucoup de gravité et d'intensité. C'est ce qui explque que la voix soit plus forte chez l'homme que chez la femme et chez la femme que chez l'enfant, — quelle perde de son intensité dans les maladies, en raison de la faiblesse des actions expiratrices, — que son émission soit plus difficile après le repas, parce que l'estomac distendu, repoussant en haut le diaphragme, diminue l'amplitude de la poitrine, — que la voix s'altère dès que les cordes vocales deviennent le siège de la plus légère irritation, du plus faible gonflement, et qu'elle s'éteigne même tout à fait lorsque les cordes vocales sont affectées d'engorgements et d'ulcérations, bien que le reste de l'appareil, c'est-à-dire les muscles du larynx et les nerfs laryngés, soient dans un état complet d'intégrité.

L'application du laryngoscope à l'étude des maladies du larynx a montré, dans ces dernières années, que les ulcérations et les altérations diverses des cordes vocales sont la cause de la plupart des *aphonies*, des enrouements chroniques, et que beaucoup d'affections que l'on considérait comme des *phthisies laryngées* ne

consistent qu'en de simples ulcérations des rubans vocaux, que l'on peut guérir en faisant pénétrer des caustiques jusque dans ces parties profondes.

Dans son *Traité pratique des maladies du larynx et du pharynx*, publié en 1876, le docteur Mandl a donné une série de planches en couleur représentant l'état d'inflammation et d'ulcération des cordes vocales dans les maladies laryngées. Le docteur Ch. Fauvel, dans un ouvrage sur le même sujet, publié en 1876, a décrit les polypes qui se développent sur les rubans vocaux et qui sont, d'après l'auteur, la cause essentielle d'un grand nombre de maladies du larynx, altérations locales que le laryngoscope permet seul de découvrir, en étalant, pour ainsi dire, sous les yeux un organe situé dans les profondeurs du corps.

Nous venons d'expliquer le mécanisme de la voix, considérée d'une manière générale. Mais la voix, une dans son mécanisme, est diverse dans ses manifestations. Elle présente, en d'autres termes, certaines modifications, dans le détail desquelles nous devons maintenant entrer.

On peut distinguer trois modifications dans la voix : le *cri*, la *parole* et le *chant*.

Cri. — Le cri est le mode d'expression le plus naturel chez tous les êtres vivants : c'est la voix brute et native, qui n'emprunte rien à l'exemple, ni à l'éducation.

Le cri comporte des expressions assez variées et qui dépendent des impressions morales. Privés de la parole, les animaux composent, avec leurs cris, un véritable langage, très-borné sans doute, mais qui suffit à leurs besoins, à leurs passions, aux relations de leur vie privée et commune.

Le langage des animaux n'est probablement compris que par ceux de la même espèce, et il nous est difficile d'en démontrer même l'existence. Cependant les personnes qui vivent avec les animaux ne se trompent jamais sur la signification de leurs gestes ni de leurs cris. Un naturaliste qui vivait au commencement de ce siècle, Dupont (de Nemours), comprenait le langage de divers oiseaux, et il a publié le *Dictionnaire de la langue des corbeaux*. Du reste, chez l'homme, les cris suffiraient à composer une sorte de langage. Peut-on se tromper à l'expression d'un cri de joie ou de frayeur, de plaisir ou de douleur ?

Parole. — La parole est la voix articulée. L'articulation de la voix qui produit la parole, est due au concours du pharynx, des fosses nasales, du voile du palais, des joues, des lèvres et de la langue, venant modifier les vibrations sonores qui émanent du larynx. Mais il faut se hâter de proclamer que l'articulation de la parole est due, avant tout, à l'intelligence humaine. Les animaux supérieurs, c'est-à-dire les Mammifères, sont pourvus d'un tuyau vocal presque semblable au nôtre, et pourtant ils sont privés de la faculté d'articuler des sons, c'est-à-dire du privilège de la parole. C'est que la parole est un don divin, un produit de l'intelligence. Nous sommes en possession de la parole, parce que nous sommes en possession d'un cerveau supérieur en organisation et en puissance à celui des animaux. Cela est si vrai, que quand l'intelligence manque, la parole fait défaut. Le crétin, l'idiot, le gâteux, ne poussent que des cris inarticulés et sans signification. Quant au sourd-muet, nous avons déjà dit, en parlant de l'ouïe, que ce n'est point le défaut d'intelligence, mais le défaut d'audition, la paralysie du nerf auditif, qui cause leur infirmité.

A tout âge de la vie, pour articuler clairement les sons, il faut s'entendre parler, afin de modifier selon les besoins l'intensité des sons. En général, un sourd parle trop bas ; quelquefois il crie, ou prononce des mots au hasard. Ces défauts tiennent à ce qu'il ne s'entend pas parler. L'intelligence et l'oreille font l'éducation de la voix.

Il est donc bien avéré : 1° que l'intelligence est la cause première de la parole, 2° que le pharynx, les fosses nasales, les lèvres et la langue articulent la voix, sous l'empire supérieur du cerveau.

De toutes les parties qui servent à l'articulation des sons, la langue est celle qui joue le principal rôle. Quelle puissance, quelle mobilité, quelle flexibilité, possède ce merveilleux organe, dont l'importance n'est pas moins grande comme agent de la parole que comme organe du goût. Ce n'est donc pas sans raison que l'on a donné le nom de *langage* à la parole articulée.

Notons pourtant ce fait, assez bizarre, que la langue peut quelquefois diminuer singulièrement de volume, ou être même complètement atrophiée, sans que l'individu soit privé de la parole. Le botaniste Jussieu vit à Lisbonne, au siècle dernier, une fille de quinze ans qui parlait très-distinctement, et qui pourtant

était totalement privé de langue. En 1742, la Société royale de Londres chargea une commission d'examiner une femme qui buvait, mangeait, parlait, chantait et articulait en chantant de la façon la plus nette. Il n'existait pourtant chez elle aucun vestige de langue. Par l'exercice et l'habitude, elle avait fini par suppléer à ce que lui avait refusé la marâtre nature. En Orient, où l'amputation de la langue est encore quelquefois pratiquée, soit sur des prisonniers de guerre, soit sur des condamnés juridiques, on voit un certain nombre d'individus recouvrer la parole un court intervalle de temps après cette opération barbare. Le moignon de l'organe mutilé suffit à remplacer l'organe entier.

Comment l'homme est-il parvenu à représenter ses actes et ses pensées par les articulations qui composent l'alphabet? Comment cet alphabet, en se diversifiant suivant les nationalités, a-t-il produit le langage chez les différents peuples? C'est là un mystère. Dans cette occasion, comme en tant d'autres, nous devons constater notre impuissance pour expliquer l'origine première d'une invention qui est pourtant d'une importance capitale, car elle a seule assuré la marche de l'humanité à ses débuts dans la voie du perfectionnement et du progrès. L'origine du langage humain, malgré tous les efforts qu'on a faits pour y remonter, est inaccessible à nos explications.

Disons, sans nous préoccuper davantage de cette question d'origine, que l'alphabet se compose d'une suite de sons articulés, qu'on appelle *lettres*. On appelle *voyelles* les sons, ou lettres, *a*, *e*, *i*, *o*, *u*. On appelle *consonnes* les sons, ou lettres, *b*, *c*, *d*, *f*, *g*, *h*, *j*, *k*, *l*, *m*, *n*, *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, *v*, *x*, *y*, *z*. Les consonnes sont produites par l'articulation de toutes les parties du tuyau vocal agissant de diverses manières. Les voyelles sont produites par l'articulation qu'exercent le pharynx et la cavité buccale et le tuyau porte-vent, ou trachée-artère.

Les *consonnes* se distinguent en *labiales*, *dentales*, *gutturales*, *nasales*, et *palatales*. Les lettres *b* et *p* sont appelées *labiales*, parce qu'elles sont spécialement dues à l'action des lèvres. On appelle *dentales* les lettres *d*, *t*, parce que les dents se serrent en les prononçant. *g*, *k*, sont des consonnes *gutturales*, parce qu'elles semblent sortir du gosier; *m*, *n*, sont des *nasales*, parce qu'elles sont dues au concours des fosses nasales; *l* est dite *palatale*, parce qu'elle provient du palais, ou plutôt de l'action de

la langue sur le palais. Le frottement de l'air contre les parois du larynx ou de la bouche produit les lettres *c*, *v*, *s*, *j*, *r* et *x*. Ces lettres sont *sifflantes*, comme on les a appelées. Aussi leur émission peut-elle se prolonger autant que dure l'expiration.

Ces détails expliquent que l'altération naturelle ou la difformité des parties qui composent la bouche ou le nez, rendent la prononciation défectueuse.

Les *lettres*, ou *sons articulés*, tant *voyelles* que *consonnes*, se combinent pour former des mots, et les mots, en se réunissant, composent des phrases.

Les mots diffèrent chez les divers peuples, et de là, comme nous l'avons dit, la différence des langues.

Parmi les causes qui influent sur la formation du langage chez les différents peuples, il faut surtout noter le climat. Les voyelles dominent dans les idiomes orientaux; dans les langues du Nord les consonnes ont la prééminence. Le langage est doux et harmonieux chez les peuples du sud ; il est dur et d'une prononciation difficile chez les habitants des régions septentrionales.

Nous parlons habituellement à voix haute, et c'est alors que le son produit par les cordes vocales devient articulé, en passant par le pharynx, le nez et les lèvres. Le mécanisme est tout autre quand nous parlons à voix basse. Alors nous supprimons les vibrations des cordes vocales dans le larynx, et tout le travail de la phonation se fait dans la partie supérieure du tuyau vocal, c'est-à-dire dans la bouche. Un léger filet d'air qui ne fait point vibrer les rubans vocaux, un *souffle aphone*, suffit pour parler à voix basse.

Le même effet, c'est-à-dire une *aphonie*, se produit si une ouverture a été pratiquée à la trachée-artère, soit par une blessure, soit par l'opération chirurgicale de la *trachéotomie*, pratiquée à un enfant atteint du croup, avec menace de suffocation. Dans ces deux cas, l'air venant de la poitrine s'échappe par la plaie de la trachée; il ne peut donc faire vibrer les rubans vocaux, et il n'y a production d'aucun son. Le jeune malade peut seulement, avec la faible quantité d'air qui parvient alors dans la partie supérieure du tuyau vocal, articuler quelques sons à voix basse. Il y a *aphonie*, c'est-à-dire suppression de la voix, mais non abolition de l'effet du tuyau vocal supérieur qui produit la parole à voix basse.

Quelques individus, bateleurs, prestidigitateurs, etc., ont appris, par l'adresse et l'exercice, à faire entendre des sons articulés, à parler à haute voix, tout en conservant la bouche fermée, ou en tenant, en apparence, les lèvres parfaitement immobiles, la bouche étant ouverte. La voix ainsi produite a un timbre particulier qui fait qu'elle semble venir de très-loin.

On appelle *ventriloquie* cette sorte de mystification vocale, qu'il n'est point difficile d'expliquer physiologiquement. Tout consiste, en effet, à produire l'articulation dans les parties profondes de la bouche, peut-être même dans l'intérieur de la cavité du larynx. C'est en graduant avec adresse la sortie de l'air (ce que les chanteurs appellent *filer* le son), en variant le timbre de la voix, sans jamais laisser paraître aucun mouvement des lèvres, et même en tenant la bouche entièrement fermée, que les ventriloques imitent la voix d'une femme, d'un enfant, d'un animal, font croire que la voix sort de la cheminée, de la cave, ou qu'elle descend du ciel.

Au siècle dernier, la ventriloquie intriguait beaucoup le vulgaire et les savants. L'Académie des sciences de Paris chargea une commission d'étudier ce phénomène chez un individu qui était fort habile dans cet exercice et qui ne faisait aucun mystère de son art. On reconnut ainsi que c'était en filant le son, soit par l'empire de la volonté, en ralentissant l'effet des muscles expirateurs, soit en abaissant l'épiglotte, au moyen de la base de la langue, que le ventriloque produisait ses effets.

Cette manière de parler en retenant les sons dans la gorge, qui exige une suspension de la respiration, ou un ralentissement très-prolongé, est extrêmement fatigante, et ne peut être longtemps supportée sans danger.

Aujourd'hui les ventriloques excitent moins de curiosité. Leur truc étant dévoilé, ils n'ont plus la prétention d'étonner les savants, mais seulement d'amuser le public, et ils y réussissent. Tout est donc pour le mieux.

Chant. — La voix modulée en sons qui parcourent les divers degrés de la *gamme*, ou *l'échelle des tons*, constitue la *voix de chant*, ou le *chant*.

On distingue dans la *voix de chant* deux séries de tons, qu'on appelle *registres*. Le premier registre comprend les notes graves ou de moyenne élévation, et l'autre les notes très-aiguës. Le premier registre est donné par la *voix de poitrine;* chez la plupart

des personnes le second régistre est donné par la *voix de tête* ou *de fausset*. Nous essayerons de dire plus loin en quoi diffèrent ces deux registres vocaux, quant à leur mode de production physiologique.

Tous les degrés de la gamme, ou *échelle des tons*, s'appellent les *notes*, et sont figurés, dans l'écriture musicale, par des signes particuliers, dont chacun désigne un ton différent. Il y a sept *tons*, ou *notes*, dans la gamme; et la gamme, en se répétant, constitue l'*échelle musicale*, avec tous les intervalles compris entre le ton le plus grave et le ton le plus aigu.

La voix humaine ne peut parcourir qu'une faible étendue de l'échelle musicale; et cette étendue, c'est-à-dire la *portée de la voix*, varie suivant les sexes et les individus.

Quelles sont les modifications qui s'opèrent dans l'appareil vocal de l'homme pendant que la voix exécute les différents tons et demi-tons de la *gamme?* C'est ce qu'il faut expliquer.

Pour produire les notes basses de la gamme, les rubans vocaux se relâchent, la glotte s'élargit, et le conduit laryngo-buccal s'allonge, par l'abaissement du larynx, opéré sous l'influence des muscles sterno-thyroïdien, sterno et omoplat-hyoïdien. Si le conduit laryngo-buccal s'allonge encore davantage, l'air expiré qui traverse la glotte, ne peut plus faire vibrer les rubans vocaux, et on n'entend plus rien. Quand un chanteur veut descendre de plus en plus la gamme, il arrive un moment où il a beau ouvrir largement la bouche, aucun son ne sort plus de sa gorge : il est arrivé à la limite de sa voix dans les cordes basses.

Pour produire les notes aiguës, les cordes vocales se tendent fortement. Il y a, en outre, raccourcissement du conduit laryngo-buccal, opéré par l'élévation du larynx, sous l'influence du muscle constricteur inférieur du pharynx, et de tous les muscles élévateurs du larynx. Quand la tension des cordes vocales est poussée à son dernier degré, la glotte finit par se fermer complètement, et aucun son n'est plus émis. Alors le chanteur est arrivé à la limite de sa voix dans les notes élevées.

Pour donner les sons graves, la basse-taille incline la tête sur sa poitrine, afin de laisser aux cartilages du larynx la faculté d'allonger le plus possible, par leur élasticité, les dimensions de cet organe. Au contraire, pour émettre les sons très-aigus, le ténor rejette la tête en arrière : ce qui a pour effet de

diminuer la longueur du larynx, par la tension des muscles qui le tirent de bas en haut. Considérez, dans le duo de *Robert le Diable*, la position de la tête des deux chanteurs, et vous reconnaîtrez, au premier coup d'œil, même en vous bouchant les oreilles, quelle est la basse-taille et quel est le ténor.

Le larynx et le pharynx sont les organes qui fatiguent le plus dans les tons élevés, par suite de la tension de leurs muscles. La poitrine éprouve plus de lassitude dans les tons bas, en raison de l'énorme quantité d'air qu'il faut expirer pour les produire.

Les voix d'homme se distinguent en *basse-taille*, *baryton* et *ténor*. Les voix de femme sont : le *contralto*, ou *baryton masculin*, le *mezzo-soprano* (ou *alto*) et le *soprano*. Les limites extrêmes de la voix de basse-taille sont le *sol* au-dessous de l'*ut* ; et pour le soprano, le *fa* ou le *fa suraigu* de l'avant-dernière octave du piano.

Les voix ordinaires d'homme ne dépassent pas deux octaves, celles de femme deux octaves et demie. Mais des artistes célèbres ont possédé trois octaves et même trois octaves et demie. La voix d'Adelina Patti comporte cette dernière et extraordinaire étendue.

Qu'est-ce que la voix dite *de tête* ou *de fausset?*

Les opinions varient beaucoup à cet égard. Le physiologiste J. Müller croyait que la *voix de tête* était produite par les vibrations du bord seul des cordes vocales. Le docteur Segond l'attribuait à la vibration des cordes vocales supérieures. Mais, comme on admet aujourd'hui que les cordes vocales supérieures n'existent pas, l'opinion du docteur Segond ne saurait prévaloir.

Pour Weber et Longet, les notes de fausset sont les *sons harmoniques* des cordes vocales.

Cependant l'opinion qui est le plus généralement professée aujourd'hui, c'est que la vocalisation musicale est effectuée par le larynx pour la production des tons au-dessous du médium, c'est-à-dire de la *voix de poitrine*, et avec le secours principal du pharynx pour les tons les plus élevés, c'est-à-dire pour l'émission de la *voix de tête*.

Le laryngoscope, dès les premiers temps de la découverte de cet instrument, a été mis à profit pour élucider la question de l'origine de la voix de fausset. On espérait beaucoup de l'emploi de cet appareil pour trancher la question du mécanisme de la

voix de fausset comparé à celui de la *voix de poitrine*. Cependant l'observation directe elle-même a été impuissante à trancher la question. On voit, pendant l'émission de la voix de fausset, les lèvres de la glotte, c'est-à-dire la distance entre les deux rubans vocaux, se rétrécir beaucoup ; mais cette diminution de la fente glottique est propre à tous les sons élevés de la voix de poitrine, et l'on ne voit pas bien en quoi, dans le registre supérieur, le rétrécissement de la glotte peut donner tantôt la voix de poitrine, tantôt la voix de tête.

La figure 165 représente, d'après l'inspection au laryngoscope,

Fig. 165 La glotte et les cordes vocales.

A et B. Ouvertures de la glotte dans la voix de poitrine. — C. Ouverture de la glotte dans la voix de fausset.

l'état de la glotte pendant l'émission de la voix de poitrine (A et B) et pendant l'émission de la voix de fausset (C).

Voilà tout ce que laisse voir le larynx examiné au laryngoscope pendant l'émission comparée des voix de tête et de poitrine. On comprend combien il est difficile d'édifier des théories sur d'aussi faibles différences de rapports d'organes.

On ne sera donc pas surpris d'apprendre que, malgré les nombreux travaux publiés sur la cause de la voix de tête ou voix de fausset par le docteur Fournié et par le chanteur Bataille, la question soit encore indécise.

Suivant le docteur Mandl, la voix de fausset tiendrait à une tension supplémentaire, anormale, pour ainsi dire, des rubans vocaux produits par les cartilages aryténoïdes, et non par les muscles propres aux rubans vocaux[1].

Outre la voix de poitrine et la voix de fausset, on distingue quelquefois la *voix mixte*, c'est-à-dire la transition entre les deux voix, expédient dont se servent les chanteurs pour adoucir

1. *Hygiène de la voix*, in-12. Paris, 1876, chez J. B. Baillière.

la transition entre les deux registres, et rendre presque insensible le passage d'une voix à l'autre. C'est une ressource précieuse pour le virtuose. Rubini en faisait usage avec un art infini, et Capoul est, sous ce rapport, son digne émule. Le chanteur Faure pousse aux dernières limites l'art de l'émission de la voix mixte.

Comment expliquer la *voix mixte?* Les différences entre la voix de poitrine et la voix de fausset sont déjà tellement difficiles à justifier, dans leur mécanisme physiologique, que nous ne nous hasarderons pas à aborder cette nouvelle difficulté, c'est-à-dire à essayer d'expliquer en quoi la voix *mixte* diffère des deux autres.

Le chant est l'expression la plus naturelle des passions agréables, telles que l'allégresse, la joie ou l'amour, plus rarement des passions violentes, telles que l'emportement, la guerre ou la fureur. Certains animaux ont reçu le chant en partage. Les oiseaux célèbrent leurs amours par des chants, qui commencent avec le printemps et s'arrêtent à la froide saison. La parole modulée remplace, chez ces doux chanteurs aériens, la parole articulée, don particulier à l'espèce humaine.

La musique est pour nous une cause d'émotions profondes. Quel est l'être assez insensible pour se soustraire à son empire? La musique instrumentale nous émeut et nous ravit, mais les accents d'une belle voix nous impressionnent plus délicieusement encore. Aucun instrument n'égale la pureté, le charme, la douceur des sons de la voix humaine, tantôt graves et tantôt pénétrants, tantôt éclatants et tantôt veloutés. Aucun ne peut, au même degré, exciter en nous les sentiments de la mélancolie, du bonheur, de l'ivresse, de l'extase. Aucun ne peut réveiller au même degré les souvenirs, les impressions, les vagues rêveries, qui nous arrachent au sentiment des pénibles réalités de l'existence. Si les instruments de nos orchestres sont le chef-d'œuvre de l'art, la voix humaine est le prodige de la nature.

XI

QU'EST-CE QUE LE SOMMEIL?

Le sommeil est le repos du système nerveux central, avec persistance de l'action du nerf grand sympathique. — Le sommeil n'est pas l'image de la mort, mais l'expression de la vie. — Une suspension périodique de l'exercice des fonctions de l'encéphale est indispensable pour la réparation de nos forces. — Pendant le sommeil, les fonctions non soumises à la volonté et qui sont sous la dépendance du nerf grand sympathique, continuent de s'exercer, et même s'exercent quelquefois avec plus d'énergie. — Phénomènes précurseurs du sommeil. — Ordre successif dans lequel les organes de l'économie sont envahis par le sommeil. — On doit dormir sur le côté droit dans l'état de santé. — La durée moyenne du sommeil est de sept heures. — Le sommeil chez l'enfant, chez l'adulte et chez le vieillard. — Circonstances qui influent sur le sommeil. — Le sommeil provoqué par les agents anesthésiques. — Le réveil. — Phénomènes qui accompagnent le réveil. — Circonstances qui influent sur le réveil. — Qu'est-ce que le rêve ? C'est un travail imparfait de l'âme, pendant lequel l'intelligence, à demi maintenue, associe et combine des idées, mais sans jugement et sans suite. Le sens intime dévoyé enfante des images bizarres. — Dans certains cas exceptionnels, l'intelligence suit, dans les rêves, un ordre logique, et l'on peut, en rêvant, accomplir des opérations d'esprit difficiles. — Exemple de ces rêves intelligents. — M. Alfred Maury donne trop d'importance à l'influence des causes agissant présentement sur le dormeur pour provoquer le genre de rêves. — Les songes prophétiques chez les anciens. — Si le rêve est poussé très-loin, et que le système musculaire continue d'obéir aux impulsions du cerveau, on a le somnambulisme naturel. — Le somnambule est un rêveur en action. — Exemples de somnambulisme. — En général, les somnambules sont maladroits et sont exposés, en cet état, à de grands dangers. — Le somnambulisme naturel peut être provoqué par des manœuvres agissant à la fois sur le physique et sur le moral, et l'on produit ainsi chez l'homme l'*état magnétique*. — Explication du magnétisme animal par l'*état hypnotique*, découvert, en 1841, par le médecin écossais Braid. — Identité de l'état magnétique et de l'état hypnotique. — Travaux de MM. Azam, Broca, Cloquet, Giraud-Teulon, Follin, établissant que l'état magnétique est identique à l'état hypnotique. — Comparaison de ces deux états. — Le phénomène des *tables tournantes* expliqué par l'hypnotisme. — Les *médiums* sont des individus en proie au somnambulisme naturel provoqué. — L'état hypnotique explique d'autres phénomènes prétendus merveilleux : les opérations chirur-

gicales accomplies dans l'*état mesmérique*, la catalepsie des moines du mont Athos, l'immobilité prolongée des fakirs indiens, l'immobilité des Arabes de la tribu des Beni-Aiaoussas, etc.

Il n'est pas de question qui embarrasse davantage l'homme du monde, l'homme étranger aux sciences naturelles, que celle du sommeil. En quoi consiste cet étrange état de l'économie dans lequel nous perdons toute conscience, tout sentiment de nous-mêmes, dans lequel l'intelligence et la volonté sont suspendues, où nous sommes abandonnés, comme une chose inerte, aux influences du dehors, livrés à tous les hasards des évènements extérieurs, et pendant lequel néanmoins une grande partie de nos fonctions, la respiration, la circulation du sang, de la lymphe et du chyle, la digestion, l'absorption, les sécrétions, l'innervation, s'accomplissent avec une régularité parfaite? Et les rêves qui viennent souvent traverser notre sommeil, et pendant lesquels nous saisissons des lambeaux flottants de notre intelligence, de notre conscience et de notre volonté, comment les expliquer? Quelle est la cause, quelle est la signification de ces obscures manifestations du sens intime, alors que tout paraît suspendu dans l'être intelligent? Autant de questions aussi embarrassantes les unes que les autres pour le vulgaire.

Eh bien, chers lecteurs, ce problème qui paraît si compliqué, si peu accessible, si obscur, pour les personnes qui ne possèdent aucunes notions des sciences naturelles, qui ignorent la structure du corps humain et les forces qui le régissent, se résout facilement avec les connaissances que nous fournit la physiologie. Celui qui a suivi avec attention les développements de ce livre, jouira ici de l'une des plus grandes satisfactions de l'esprit, en ce sens qu'il fera l'application des connaissances qu'il a acquises pour élucider une des questions les plus intéressantes de sa propre existence.

Nous avons étudié, dans un des chapitres précédents, le système nerveux. L'application des principes posés dans ce chapitre va nous expliquer quel est l'état de l'économie vivante que l'on nomme le *sommeil*, et nous donner la clé des phénomènes secondaires qui s'y rattachent, tels que les rêves et le somnambulisme.

Il existe, avons-nous dit, deux ordres de systèmes nerveux :

celui qui préside aux actes volontaires, système ayant pour siège anatomique le cerveau et la moelle épinière, et celui qui préside aux fonctions inconscientes et involontaires, telles que la digestion, la circulation, la respiration, les sécrétions, etc., système ayant pour siège anatomique la poitrine et l'abdomen, et pour organe cette sorte de cerveau multiple intérieur, ce réseau sensitif qu'on nomme le *nerf grand sympathique*.

Le sommeil est l'acte qui établit avec le plus de netteté la séparation de ces deux ordres de système nerveux. En effet, les fonctions qui s'accomplissent sous l'influence du nerf grand sympathique, n'ont ni cesse, ni repos; elles représentent, pour ainsi dire, le mouvement perpétuel de la machine animale. La circulation, la respiration, les sécrétions, etc., ne subissent aucun temps d'arrêt depuis la naissance jusqu'à la mort. Le *système nerveux du grand sympathique* est comme une sentinelle immuable, qu'on ne relève jamais; mais le système nerveux central, qui préside aux fonctions de la conscience, de la volonté et des sens, se repose par intervalles. Le *sommeil* est l'état de repos du système nerveux central, c'est-à-dire du cerveau, avec permanence de l'exercice du système nerveux ganglionnaire.

On peut définir le sommeil : la suspension temporaire de l'action du système nerveux qui préside aux fonctions dépendant de la volonté et à l'exercice des sens, système qui a son siège dans le cerveau et dans une partie de la moelle épinière, avec persistance de l'action du nerf grand sympathique, qui continue de diriger les fonctions de l'économie vivante, en l'absence momentanée de son chef de file, le cerveau.

Il faut donc écarter bien loin cette idée, empruntée aux anciens, que le sommeil est l'image de la mort :

.... Quid est somnus gelidæ nisi mortis imago[1] ?

Contemplez le sommeil calme et tranquille de l'enfant, ses joues animées d'un doux incarnat; suivez les mouvements de sa respiration douce et régulière, et l'instinctive agitation de ses lèvres entr'ouvertes, qui, sous l'empire d'un rêve léger et charmant, semblent chercher le sein maternel, et vous ne direz pas, comme les anciens, que le sommeil est l'image de la mort. Vous direz, avec les physiologistes modernes, que le sommeil n'est que l'interruption momentanée des fonctions de l'encéphale, c'est-à-

1. Le sommeil n'est-il point l'image de la froide mort?

dire de l'exercice des sens et de la volonté, et qu'il caractérise la vie tout aussi bien que la veille, puisque la plus grande partie de nos fonctions, et de nos fonctions les plus essentielles, continue de s'exercer, et même, on peut le dire, s'exerce, pour quelques-unes, avec plus d'énergie encore que pendant la veille.

Voilà le caractère scientifique du sommeil. Nous avons maintenant à étudier dans ses détails ce curieux état de l'économie.

Le sommeil est, disons-nous, le repos de l'encéphale. Mais pourquoi ce repos? Sa nécessité est de toute évidence. Les causes d'excitation auxquelles les organes des sens et les actions volontaires sont soumises pendant la veille, tendent à s'accroître progressivement. Notre cœur bat plus vite le soir que le matin. Dans toutes les maladies, c'est vers le soir qu'arrive l'excitation, ou, comme on le dit, en langage médical, l'*exacerbation*. Des veilles prolongées amènent la fièvre. Puisque l'excitation des sens, des fonctions intellectuelles et des diverses actions physiologiques qui s'accomplissent pendant l'état de veille, s'accroît progressivement, il arriverait un moment où leur degré d'activité serait incompatible avec la santé. Le sommeil vient, à de justes intervalles, modérer, suspendre, cette activité, la ramener au terme convenable, en rabaissant l'excitation générale de nos organes.

Il faut remarquer, en effet, que dans les organes mêmes dont l'action semble continue, et dont nous parlions tout à l'heure, comme nous fournissant l'image du mouvement perpétuel, c'est-à-dire dans la respiration, la circulation, l'absorption, etc., bien que l'action paraisse continue, si l'on regarde les choses de près, on voit qu'en réalité l'exercice et le repos se succèdent et alternent, en sorte que le temps est partagé en intervalles à peu près égaux de repos et d'action. Les contractions du cœur, les battements des artères, la marche du sang dans les veines, les mouvements d'amplification, de resserrement de la poitrine et des poumons, sont toujours séparés par un temps d'arrêt, par un mouvement d'inertie, qui est indispensable à l'entretien de leur vitalité. Les autres fonctions des viscères splanchniques, telles que la digestion, l'absorption, les sécrétions, ne s'exercent que tour à tour, et avec de plus longs intervalles. Il en est autrement pour l'encéphale. L'exercice de nos sens, nos fonctions intellectuelles, plusieurs de nos mouvements, s'exercent sans

trève, et non sans fatigue de la part des organes qui en sont les instruments. Une continuité absolue d'action leur serait impossible; une suspension périodique est de toute nécessité pour l'encéphale. La nature, en nous imposant le besoin impérieux du sommeil, a donc eu pour but la conservation de la vie.

Ce n'est pas seulement d'ailleurs pour lui donner du repos que la nature impose à l'encéphale la nécessité du sommeil. Il y a un autre but à cet état : la réparation des forces de l'organisme, épuisées par l'exercice, le travail et l'effort. Dans le sommeil se recompose le trésor perdu de notre activité fonctionnelle; dans le sommeil nous reprenons l'activité de l'esprit et du corps. C'est alors qu'une nouvelle provision de forces s'élabore en nous, grâce à quelque mystérieux mécanisme, qui est un des secrets du Créateur, mais dont les effets sont aussi visibles que la cause en est cachée.

Il est tellement vrai que le sommeil sert à reconstituer les forces, que s'il manque, s'il est traversé par des rêves, ou par des causes de nature à le troubler ou à l'altérer, on se réveille avec autant et même avec plus de fatigue que l'on en ressentait avant ce repos trompeur.

La nature attache tant d'importance au sommeil, qu'elle en a fait un besoin irrésistible. Homère dit dans l'*Iliade :* « Le sommeil se vante d'approcher de tous les hommes et même des dieux, excepté du seul Jupiter. » Les Romains, grands connaisseurs en fait de barbarie, imaginaient pour Persée un supplice terrible, en l'empêchant de dormir, car c'est là peut-être le genre de mort le plus cruel dont l'histoire ait gardé le souvenir. On a vu des malheureux soumis à la torture s'endormir au milieu des souffrances que leur causaient leurs bourreaux. Le grand Condé dormait le matin de la bataille de Rocroy. Turenne s'étendait sur l'affût d'un canon, au pied des remparts ennemis. Napoléon Ier dormait sur le champ de bataille d'Austerlitz. Des artilleurs se sont endormis sur leurs pièces pendant qu'elles vomissaient des boulets et de la mitraille. On a vu des criminels s'assoupir profondément le matin même de l'exécution, dont ils savaient pourtant l'heure précise.

Dans le sommeil vraiment digne de ce nom, c'est-à-dire dans le repos complet des organes des sens et des mouvements volontaires, les fonctions non soumises à la volonté et qui sont sous la dépendance du nerf grand sympathique, la digestion, la cir-

culation, la respiration, les sécrétions, etc., s'opèrent avec un peu moins d'énergie que dans la veille ; mais l'absorption et la nutrition s'accomplissent avec encore plus d'énergie. Pendant le sommeil, le pouls est plus lent et plus faible, les inspirations sont moins nombreuses et la transpiration est très-réduite; mais l'absorption est, au contraire, singulièrement activée. Aussi est-il plus dangereux de s'endormir que de veiller au milieu d'un air insalubre. Les Marais Pontins, qui s'étendent à quelques lieues de la campagne de Rome, occasionnent presque infailliblement la fièvre périodique si l'on y passe la nuit, tandis qu'on échappe à leur redoutable influence si on les traverse en plein jour, sans y séjourner. C'est que l'absorption cutanée et l'absorption pulmonaire sont plus actives pendant le sommeil que pendant la veille.

Pendant le sommeil, le corps se refroidit. Si l'on n'était pas plus couvert dans le sommeil que dans la veille, on serait bientôt incommodé par le froid. C'est pour cela qu'il est dangereux de s'endormir en plein air, et que dans la désastreuse retraite de Russie, comme nous l'avons fait remarquer dans un autre chapitre, ceux de nos soldats qui se laissaient aller au sommeil, succombaient aux atteintes du froid.

Nous consacrons au sommeil les heures de la nuit, et ce n'est pas seulement une coutume de la civilisation qui a imposé cet usage, car les animaux suivent la même règle. L'obscurité et le silence favorisent, appellent, pour ainsi dire, le sommeil. La nuit semble faite pour le repos. Lorsqu'on essaye de s'endormir, la plus faible lumière que l'on aperçoit, suffit, jointe à la demi-transparence de la paupière, pour empêcher le sommeil.

Le sommeil s'annonce par une sensation particulière, qui fait suspendre l'attention et le mouvement. D'abord peu prononcé, ce besoin devient de plus en plus impérieux. Si l'on y résiste, il disparaît, pour reparaître au bout d'un certain temps, avec une intensité plus grande. Le sommeil ne nous envahit donc pas brusquement; il ne s'empare que successivement de l'intelligence et des sens. Entre le sommeil et la veille il s'établit une lutte, dans laquelle il y a alternativement commencement de sommeil et réveil, jusqu'à ce qu'enfin le sommeil l'emporte.

Voici à peu près l'ordre successif du sommeil de chaque organe. Les actions musculaires volontaires s'engourdissent les premières. Les yeux ne peuvent rester ouverts, les bras tombent

le long du corps, la station devient impossible, et l'on est forcé de se coucher. La voix devient progressivement faible, confuse ou hésitante; puis elle s'éteint. Les impressions des sens sont abolies graduellement. C'est d'abord la vue, puis le goût, ensuite l'odorat, l'ouïe et le tact, qui disparaissent, l'un après l'autre. En même temps, toutes les sensations internes, telles que la fatigue, la douleur, la faim, la soif, etc., sont supprimées. Enfin, les actes intellectuels et affectifs qui, dès le début, avaient été frappés de langueur, s'évanouissent à leur tour. Cette éclipse intellectuelle commence par la volonté, qui s'affaiblit et devient nulle. Quelques idées flottent encore pendant un certain temps, mais elles sont confuses, et à la fin elles disparaissent à leur tour. Alors plus de perception, plus de *moi*, l'homme est immobile et insensible; la vie seule et les fonctions inconscientes subsistent en lui. C'est le sommeil déclaré.

Quand cet état est complet, le corps n'obéit plus qu'à l'action de la pesanteur, et la vie se réduit aux fonctions du système nerveux ganglionnaire, qui a son siège dans la poitrine et l'abdomen.

Il est bon de dormir sur le côté droit. Comme le cœur bat à gauche, et que le foie et le pylore sont à droite, dans cette position le foie ne vient pas presser sur l'estomac, et le cours des aliments de l'estomac à l'intestin est facilité. Cette même position laisse plus de liberté aux mouvements du cœur. Il y a d'ailleurs un inconvénient à dormir sur le côté gauche : comme la pesanteur a beaucoup d'influence sur le cours du sang, il résulte du *décubitus* sur le côté gauche que les vaisseaux sanguins du côté droit sont toujours plus engorgés que ceux du côté gauche. C'est pour cela que l'on observe plus d'inflammations, plus d'engorgements des poumons, plus de fluxions de poitrine, plus d'hémorhagies et plus d'apoplexies pulmonaires de ce même côté droit.

Comme nous dormons le plus habituellement sur le côté droit, le poumon gauche agit davantage que le poumon droit, dont les mouvements sont gênés par la pression du corps qu'il supporte, et de là vient que ce poumon est presque toujours le plus faible et le plus exposé aux maladies. Quand on a la fièvre, on se couche sur le dos. C'est qu'alors, le cœur battant plus vite, ce n'est pas trop de deux poumons pour aérer un sang plus abondant et qui circule avec plus de rapidité.

La durée du sommeil est en moyenne de sept heures. Les enfants dorment davantage, et d'autant plus qu'ils sont plus près du terme de leur naissance. Au contraire, les vieillards n'ont qu'un sommeil court, léger, interrompu. Stahl a dit ingénieusement, à ce propos, qu'il semble que les enfants pressentent qu'ils auront assez de temps dans la longue carrière qu'ils ont devant eux pour déployer librement les actes de la vie, tandis que les vieillards, près de leur fin, sentent la nécessité d'accroître la durée d'un bien qui va leur échapper.

Le sommeil de l'enfant est long, profond et tranquille, en raison de la grande activité que présentent, à cet âge, les fonctions de nutrition et d'absorption, et du peu d'importance des fonctions de l'encéphale. Au contraire, dans un âge avancé, les fonctions des viscères sont languissantes; l'activité délaisse ces organes intérieurs, tandis que le cerveau, tout rempli d'idées acquises, est presque toujours tenu éveilé par leur excitation.

A tout âge d'ailleurs la durée du sommeil varie suivant l'activité et le genre d'occupations qui ont rempli la journée, comme aussi suivant la constitution et les habitudes.

Le sommeil étant destiné à réparer les forces, son besoin doit être plus pressant et sa durée plus longue quand on a fait dans la veille précédente plus de dépense nerveuse. Le sommeil revient aussi plus promptement et se prolonge davantage chez les enfants, et généralement chez les sujets doués d'une constitution irritable.

L'habitude a la plus grande influence sur le sommeil. Si l'on a laissé passer l'heure accoutumée, le besoin en est moins urgent. Le sommeil est même d'autant plus réparateur et s'établit d'autant plus facilement, qu'il est plus régulièrement périodique.

Et non-seulement l'habitude règle les heures du sommeil, mais encore elle provoque son invasion et sa durée. Le meunier ne peut s'endormir qu'au bruit de son moulin, l'enfant qu'au mouvement de son berceau ou au chant de sa nourrice.

L'éther, le chloroforme et autres agents du même ordre, réduits en vapeurs, mêlés à l'air, et introduits, par des appareils convenables, dans les voies respiratoires, déterminent le sommeil; mais ce sommeil ne ressemble pas au repos naturel. Il se manifeste d'abord par l'abolition de la contractilité musculaire et de la volonté, par le ralentissement de la respiration et de la circulation, puis par la suspension de toute perception, de toute

volonté et de toute sensibilité. Un pareil état est toujours grave; il menace la vie, car il n'est autre chose qu'un commencement d'asphyxie. La vie ne tarderait pas, en effet, à s'éteindre, par syncope et par asphyxie, si l'inhalation des vapeurs stupéfiantes dépassait certaines limites, fort difficiles d'ailleurs à tracer; si difficiles qu'il arrive trop souvent que le malade, pendant qu'il est soumis à l'action du chloroforme, passe, sans qu'on s'en doute, du sommeil à la mort.

Le chloroforme est employé fréquemment en chirurgie pour abolir la douleur des grandes opérations, mais aucune règle, aucune précaution humaine ne peuvent répondre d'une issue fatale quand on se sert de cet agent.

Après sept heures de sommeil, en moyenne, le réveil arrive. Les organes des sens reprennent alors leur empire, dans l'ordre même où ils l'avaient perdu. La lumière et les sons deviennent les premiers appréciables : on les perçoit d'abord confusément, puis d'une façon plus distincte. C'est ordinairement la clarté du jour ou la sonnerie d'une pendule qui amènent le réveil. L'esprit opère péniblement quelques associations d'idées. Les autres sens, le toucher, l'odorat, le goût, reparaissent, et l'appareil musculaire commence à recouvrer son action.

L'habitude, surtout en ce qui concerne le bruit, a sur le réveil une influence remarquable. Quand on est accoutumé à s'éveiller à une certaine heure, rien ne peut faire dormir plus longtemps. Souvent la volonté suffit pour nous arracher au sommeil. Un dessein bien déterminé de s'éveiller à une heure fixe, pour la chasse ou pour le départ, vaut tous les *réveille-matin* que l'industrie moderne a popularisés, mais dont on se sert si peu.

Ce qu'il y a de curieux, c'est que certaines sensations de bruit provoquent le sommeil, non par leur existence, mais par leur absence. Le meunier, avons-nous dit, s'endort au bruit de la roue de son moulin; mais si le *tic-tac* vient à ne plus retentir, notre homme s'éveille aussitôt, et il court à la roue, pour remettre en action le mécanisme accidentellement suspendu. L'enfant qui s'est endormi au chant de sa nourrice, se réveille si le chant s'arrête, et il ne se rendort qu'à la reprise du refrain accoutumé. Le matelot s'endort au bruit de la tempête, et il se réveille si l'ouragan cesse de mugir.

Quand le réveil n'est pas complet, alors que le corps et l'es-

prit sont encore séparés du monde extérieur, l'imagination, imparfaitement reconquise, produit des associations d'idées bizarres, qui semblent tenir du délire, et qui ne sont, en effet, que le moment de transition entre l'abolition de la volonté et de la conscience et la reprise de possession de nos facultés.

Le réveil ne se fait pas toujours ainsi, par degrés. Il arrive quelquefois brusquement et comme en sursaut, soit par une cause extérieure venant interrompre subitement le sommeil, soit sans cause appréciable. Alors les organes des sens et l'encéphale reprennent soudainement leurs fonctions ; mais ce n'est pas sans recevoir de ce retour subit une impression pénible, dont les suites se font assez longtemps sentir.

Nous venons de supposer le sommeil complet et tranquille ; mais ce cas est rare, on peut même dire qu'il n'est qu'une exception. Presque chaque nuit, nous avons des rêves, fugitifs ou sensibles, ne laissant aucun souvenir ou laissant persister leur souvenir au réveil. L'homme qui dort du sommeil le plus calme, le plus profond, ne se réveille presque jamais dans la position même qu'il occupait au moment de s'endormir. Il a changé plusieurs fois de posture pendant son sommeil ; il a dérangé ses couvertures, posé et remis sa coiffure de nuit. Tout cela prouve qu'excité par d'obscures sensations, il a exécuté divers mouvements.

Ces actes inconscients de la volonté et du mouvement s'appellent les *rêves*. Comment les expliquer ?

Dans le sommeil, surtout à son début, les fonctions intellectuelles ne s'éteignent pas d'une manière absolue. Par suite de l'excitation qui s'est prolongée dans la soirée, les organes des sens et le cerveau ne jouissent pas immédiatement d'un repos complet. Le sens intime ne dort pas encore tout entier ; il sommeille seulement, et dans cet état il peut exécuter des opérations intellectuelles disparates et bizarres, parce que l'empire de la raison ne s'exerce sur les idées que d'une manière incertaine et confuse. Les sensations qui nous ont particulièrement frappé pendant le jour, renaissent alors dans notre cerveau, ou suscitent d'anciens souvenirs. Notre esprit associe et combine toutes les idées, toutes les impressions, toutes les images qui l'agitaient pendant la veille, mais tout cela sans jugement et sans suite. Le rêve est donc un travail imparfait de l'âme, qui fait un bizarre

mélange des idées naturelles et logiques avec les plus étranges fantaisies de l'imagination. Rien ne nous étonne pendant le rêve : ni la variété des idées, ni le rapide passage d'une action à une autre tout opposée, ni les étranges transpositions de temps et de lieux, ni le disparate des objets, ni les combinaisons d'un dénoûment impossible. L'homme en proie au rêve ne peut distinguer ses hallucinations de la vérité.

Ainsi dévoyé, le sens intime enfante des monstres bizarres, horribles ou ridicules. Il nous fait passer par les diverses sensations de la joie ou du plaisir, de la tristesse ou de la terreur. Nous assistons de nouveau au spectacle qui nous a déjà frappé; nous parcourons une contrée que nous avons déjà visitée ; nous revoyons des êtres éloignés, ceux que nous aimons, ceux que nous avons perdus.

Si le rêve a plus d'intensité, le mouvement et la parole viennent se joindre à l'activité de la pensée. Le rêveur parle à haute voix ; il chante ou gesticule ; il s'agite, pour soutenir une discussion ; et quelquefois le rêve est tellement puissant, que l'on croit voir, entendre, toucher, l'objet que l'on ne voit qu'en imagination. Le rêveur peut entretenir une conversation avec une personne éveillée, et l'on cite même l'exemple de deux personnes endormies qui conversaient ensemble.

On peut dans le sommeil laisser échapper un secret que l'on tenait soigneusement caché.

Le plus souvent les opérations intellectuelles que l'on accomplit en rêvant, sont bizarres, imparfaites et confuses. Elles ne consistent qu'en de vagues réminiscences, et leur combinaison logique est impossible. Alors, comme dit le poète :

> ..... Velut ægri somnia vanæ
> Fingentur species, ut nec pes, nec caput uni
> Reddatur formæ.

Mais d'autres fois les idées se succèdent les unes aux autres, dans les rêves, aussi logiquement que chez les personnes éveillées, et ces idées produisent des résultats que l'on n'aurait pu obtenir en les combinant pendant la veille. Le mathématicien Maignant résolvait, pendant ses rêves, des problèmes de géométrie et d'algèbre dont il avait tracé l'énoncé sur le papier avant de s'endormir. Condillac et Krüger, dans les mêmes circonstances, trouvaient des solutions de problèmes difficiles de

métaphysique ou de mathématiques. Des poètes ont achevé en dormant des pièces de vers qu'ils n'avaient pu terminer avant de se coucher.

Mais, sans invoquer les exemples d'hommes célèbres, chacun a bien le souvenir que pendant son sommeil il a pu continuer ou exécuter des travaux intellectuels d'un ordre souvent très-difficile. L'esprit excité, et en même temps replié sur lui-même dans une seule pensée, est capable d'accomplir pendant le sommeil des opérations compliquées. Quel est celui qui n'a pas, en rêvant, composé des vers, tracé des plans de pièces de théâtre, rédigé des discours ou des mémoires, dessiné, en imagination, des édifices répondant à des programmes de prix, etc.?

Le docteur Abercrombie a rapporté le fait suivant :

« Une servante d'auberge avait son lit séparé seulement par une mince cloison de la chambre d'un joueur de violon ambulant, qui passait une partie de ses nuits à exécuter des morceaux de musique avec une rare perfection. La jeune servante, après avoir été quelque temps dans un mauvais état de santé, alla dans une autre famille. Bientôt ses nouveaux maîtres furent surpris d'entendre, pendant la nuit, des sons mélodieux, qui les conduisirent à la chambre de la servante. On la trouva profondément endormie, mais laissant échapper de ses lèvres des sons exactement semblables aux plus doux accords d'un violon.

« Cette musique fut remplacée, un ou deux ans après, par celle d'un morceau de piano de très-vieux style que la jeune fille avait l'habitude d'entendre toucher chez ses maîtres.

« Plus tard, elle se mit à parler pendant son sommeil, et dans ces occasions elle avait l'habitude de traiter les sujets les plus variés avec une facilité et un choix d'expressions remarquables, un tact merveilleux et une puissance de mimique vraiment surprenante. Pendant ces paroxysmes, qui survenaient ordinairement une fois par nuit, il était presque impossible de l'éveiller; et quand ses paupières étaient ouvertes, si l'on approchait un flambeau de ses yeux, la pupille semblait insensible à la lumière. Cette fille, à l'état de veille, était fort bornée, et en même temps très-lente à recevoir l'instruction qu'on lui prodiguait avec le plus grand soin. »

Ce fait donne un exemple remarquable, non-seulement de la vivacité des idées, mais encore de l'activité que la mémoire conserve pendant les rêves.

Le souvenir des idées conçues en dormant nous manque le plus souvent. Il faut, pour ressaisir les détails d'un rêve, qu'il ait bien vivement frappé l'esprit, ou que l'on se reveille aussitôt. La plupart du temps, il ne laisse dans notre mémoire qu'une impression vague et confuse. C'est la preuve que l'intelligence ne veillait pas tout entière, et que l'une de ses facultés, la mé-

moire, était endormie, pendant qu'une autre, l'imagination, se donnait libre carrière.

L'explication des rêves n'a donc rien qui embarrasse les physiologistes.

M. Alfred Maury a publié, dans un ouvrage intitulé *le Sommeil et les Rêves*, le résultat d'expériences qui, au fond, ne nous ont rien appris que ce que l'on savait déjà, à savoir que la nature des rêves dépend *quelquefois* des sensations perçues pendant le sommeil. Un homme croit traverser à gué une rivière; il se réveille aussitôt : il avait les jambes nues et froides hors du lit. Un oreiller tombe sur l'estomac pendant le sommeil, et gêne l'office du viscère : aussitôt des songes pénibles assaillent l'individu. La flèche du lit venant à s'abattre sur la nuque d'un dormeur lui fait rêver guillotine. La piqûre d'un moustique éveillait, dit-on, chez Descartes endormi l'idée d'une piqûre d'épée.

Ce sont des expériences du même genre que M. Alfred Maury a fait connaître dans l'ouvrage dont nous venons de citer le titre. M. Alfred Maury s'endort facilement (il est membre de l'Académie des sciences morales). Il se place dans un fauteuil, et s'abandonne à Morphée. Les sensations physiques qu'on lui fait alors éprouver artificiellement, provoquent en lui un rêve en rapport avec ces mêmes sensations. Avec une plume on lui chatouille les lèvres : il rêve qu'on lui met sur la figure un masque de poix, masque qu'on lui arrache ensuite avec la peau. On fait résonner à ses oreilles une pincette : il croit entendre le tocsin et assister aux journées de juin 1848. On lui fait respirer de l'eau de Cologne : il rêve qu'il entre chez un parfumeur. On brûle sous son nez une allumette soufrée : il croit faire un voyage en mer et que la poudrière du bâtiment va sauter. On lui pince la nuque : il rêve qu'on lui pose un vésicatoire. On passe devant ses yeux une lumière entourée d'un papier rouge : il croit assister à une tempête, entremêlée de foudres et d'éclairs, etc.[1].

Ces faits étaient connus. Ils confirment la théorie que nous donnons ici des causes et de la nature physiologique des rêves, mais on se tromperait beaucoup en affirmant que tous les rêves tiennent à une cause extérieure actuellement agissante. Ces cas sont, au contraire, fort rares. Nous dirons même qu'en général c'est tout l'opposé qui arrive, et qu'habituellement les rêves

(1) *Le Sommeil et les Rêves*, in-12, 3e édition. Paris, 1865, pages 130 et suivantes.

n'ont pas le moindre rapport avec les sensations physiques présentement éprouvées par le dormeur. C'est le souvenir, c'est-à-dire une impression morale appartenant au passé, et non une sensation physique présente, qui provoque presque toujours les rêves.

L'antiquité ajoutait trop d'importance aux rêves; elle agrandissait infiniment leur portée. Elle ne craignait pas d'attribuer un sens prophétique à ces incohérences, à ces délires de l'esprit. Le nom théâtral de *songe* sert à désigner le rêve avec l'idée que les anciens lui accordaient, dans leur naïve crédulité ou leur esprit poétique.

Plusieurs philosophes du moyen âge, Paracelse, Cardan, Tartini, croyaient, comme les anciens, aux songes prophétiques. François Bacon, au XVIIe siècle, et au XVIIIe siècle Benjamin Franklin lui-même, leur accordaient une certaine confiance.

L'histoire cite quelques faits qui sembleraient justifier cette vieille croyance, s'ils étaient bien constatés, s'ils ne résultaient pas plutôt de la crainte d'un évènement que de sa divination. La médecine compte, à la vérité, un grand nombre de faits dans lesquels des maniaques, des épileptiques, des hystériques, des hypocondriaques, des cataleptiques, des hydropiques, des anévrysmatiques, etc., ont prédit les crises ou les conversions morbides qui devaient leur arriver. C'est ce qui faisait dire à Boerhaave : *Inest aliquid sapientiæ in summo delirio* (dans le plus grand délire il y a quelque sagesse). Mais ces prévisions sont l'effet de la sensation physique douloureuse que l'économie redoute; elles ne ressemblent en rien à une prophétie. Si les songes étaient prophétiques, ils n'auraient pas, comme on est forcé de le reconnaître, tous les caractères du délire.

Nous venons de voir que le rêve est caractérisé par la persistance d'un certain nombre de nos facultés intellectuelles, et que cette persistance peut même porter sur les organes de la parole, puisque l'on peut parler ou chanter en rêvant. Si l'état de rêve est poussé plus loin, si la partie de l'encéphale qui préside aux mouvements volontaires du système musculaire, reste également éveillée, le rêve prend un caractère tout à fait anormal, et l'on a un des états les plus extraordinaires, mais aussi les plus rares, de l'économie humaine : nous voulons parler du *somnambulisme naturel*.

Il peut arriver que, tout en dormant, une personne se lève, s'habille, sorte de sa chambre, vaque à ses occupations journalières, qu'ensuite elle se remette au lit, et ne conserve à son réveil aucun souvenir de ce qu'elle a fait. On a vu des individus sortir par une fenêtre, se promener sur des toits, et retourner ensuite, sains et saufs, dans leur chambre.

Les organes des sens et du mouvement fonctionnent assez bien chez le somnambule, mais ils ne fonctionnent que d'après l'idée qui préoccupe exclusivement son esprit. Tout ce qui n'a pas rapport à cette idée, demeure étranger au somnambule, qui ne voit, n'entend, ne comprend que ce qui est relatif à l'objet qui absorbe sa pensée. Il fait alors des choses extraordinaires. Il s'expose aux plus grands dangers; il exécute des actes d'adresse et d'intelligence dont il ne serait pas capable dans la veille. Il travaille aux objets de sa profession; il compose, il écrit des discours, des pièces de vers, des plaidoyers, etc. Mais, l'esprit uniquement occupé de l'idée qui le domine, et ne se dirigeant que d'après cette idée, il apprécie très-faussement toutes les autres circonstances extérieures. C'est ce qui explique pourquoi il y a tant d'inconvénients à éveiller un *noctambule* avant d'avoir pris les précautions nécessaires pour le préserver des dangers auxquels l'expose la position périlleuse dans laquelle il s'est placé.

Cet état est donc fort dangereux. Les somnambules ne sont point avertis par leurs sens des choses qui menacent leur existence. Ils ne peuvent éviter aucun des dangers fortuits qui se dressent sur leurs pas. Aussi sont-ils exposés à se jeter par les fenêtres de leur appartement, ou à tomber des toits sur lesquels ils montent. Au mois de septembre 1878, l'un des fils de M. Heine, riche banquier allemand établi à Paris, s'est tué en tombant du haut d'un escalier dans un accès de somnambulisme.

Les somnambules ne sont pas plus habiles que d'autres, comme le croit le vulgaire, à se tenir sur le bord d'un toit ou d'un précipice. Seulement, l'ignorance du danger leur donne une assurance qui les préserve d'accidents, lesquels arriveraient infailliblement s'ils étaient éveillés. L'homme le moins sujet aux étourdissements ne pourrait rester un moment au bord d'un précipice et y fixer ses regards : il ne tarderait pas à se troubler, à chanceler et à tomber. Le somnambule, ignorant du danger, n'a pas la préoccupation du vertige. Mais, si o le ré-

veille, ce sentiment lui revient; et c'est ce qui explique les graves inconvénients qu'il y a, nous le répétons, à réveiller un somnambule lorsqu'il s'est mis dans une situation périlleuse.

Le somnambulisme n'est donc qu'un rêve poussé à ses limites extrêmes. Comme le rêveur, le *noctambule* est occupé exclusivement de l'idée qui l'absorbe, et il concentre sur cette idée toutes les forces de son imagination. Mais il y a cette différence entre le rêve et le somnambulisme, que dans ce dernier état la volonté conserve un certain empire sur le sens et sur l'appareil locomoteur, et les fait agir conformément à une idée dominante. Le somnambulisme est un rêve dans lequel l'excitation du cerveau est assez intense pour se refléter, pour se transmettre par les cordons nerveux aux organes des sens et aux muscles, et les faire agir automatiquement, à peu près comme dans la veille.

Il suffit donc pour comprendre le somnambulisme naturel de l'assimiler au rêve. Le somnambule est un rêveur en action. Les actes du premier ont avec les idées du second des ressemblances frappantes. Dans l'un et l'autre état, mêmes illusions, même défaut d'enchaînement, même débilité d'exécution et de conception, même difficulté à retenir les impressions par la mémoire, même brièveté de persistance, mêmes conditions de développement.

On raconte, au sujet du somnambulisme, les choses les plus surprenantes. On a vu, dit-on, des noctambules se lever, se vêtir, sortir de la maison en ouvrant et en refermant soigneusement les portes, bêcher au jardin, tirer de l'eau d'un puits, tenir des discours raisonnables et suivis; puis retourner au lieu de leur repos, et se réveiller le matin sans conserver aucun souvenir de ce qu'ils avaient fait ou dit pendant leur sommeil.

Parmi les cas de somnambulisme les plus curieux cités par les auteurs, nous choisirons deux exemples. Le premier s'applique au signor Augustini, gentilhomme italien du siècle dernier, le second à son domestique, Negretti.

Le signor Augustini avait, pendant la crise, les yeux ouverts et fixes, et nullement affectés par l'éclat d'un flambeau qu'on leur présentait. Le valet Negretti, au contraire, avait les yeux complètement fermés. Quelquefois, en marchant, Negretti se heurtait contre une muraille. Une nuit, par exemple, une porte par laquelle il venait de passer ayant ensuite été refermée, il se heurta, à son retour, contre cette porte. Une autre fois, il dit

qu'il fallait porter de la lumière à son maître, qui revenait en voiture ; et il alla, en effet, se poster au coin de la rue, tenant à la main un flambeau. Seulement la flambeau n'était pas allumé, comme la lampe de la lanterne magique du singe de la foire.

Les actes qu'accomplissaient le maître et le valet étaient en rapport avec leurs occupations respectives. Le signor Augustini descendait à l'écurie, bridait son cheval, le montait, et s'en allait galopant jusqu'à la porte cochère ; ensuite il mettait pied à terre. En rentrant dans l'intérieur de la maison, il s'arrêtait à la salle de billard ; il imitait tous les mouvements d'un joueur ; il s'approchait d'une harpe et en tirait quelques accords. Le valet, conformément à son infériorité sociale, ne s'occupait que de préparer la table pour le dîner. Il se tenait debout, une serviette sous le bras, derrière le siège de son maître, comme s'il eût attendu ses ordres ; puis il ôtait le couvert et allait se coucher, avec l'esprit tranquille d'un serviteur qui a la conscience d'avoir bien rempli son office.

Ces cas de somnambulisme classique, correct et bien ordonné, sont fort rares. En général, les somnambules sont maladroits ; leurs mouvements sont difficiles et embarrassés. Ils marchent lentement, comme s'ils cherchaient à remplacer le sens de la vue par le tact. D'après des témoignages peu dignes de foi, on aurait vu des somnambules discourir avec éloquence, donner la solution de problèmes de mathématiques, composer des morceaux de musique, improviser des vers, et même prédire l'avenir. Toutes ces assertions ne méritent aucune créance. Les actes intellectuels des somnambules sont aussi incomplets et aussi défectueux que leurs actes physiques. Seulement, cet état est si extraordinaire, que les moindres actions des somnambules sont pour le vulgaire un sujet d'étonnement. On complète les phases incohérentes et les idées confuses de ces dormeurs éveillés. La trompette de la renommée centuple leurs exploits, qui trouvent de naïfs admirateurs auprès des amis du merveilleux. 'est pour cela que les peuples ignorants ou crédules attachent des idées superstitieuses à ce phénomène insolite, et que les anciens regardaient les somnambules comme protégés des dieux.

Les longs travaux d'esprit, les préoccupations vives, qui absorbent l'intelligence, les chagrins, les élans passionnés de l'âme, les passions proprement dites, la terreur, les idées fixes, et surtout les contes bizarres dont on a bercé l'enfance,

la lecture d'ouvrages romanesques, en un mot tout ce qui fait sur l'âme une impression profonde, telles sont les causes habituelles du somnambulisme naturel, état heureusement fort rare, et qu'on ne cite, avec raison, dans les ouvrages de médecine, que comme des bizarreries de la nature.

Le somnambulisme est, comme on vient de le voir, un état naturel chez l'homme; mais cet état peut être artificiellement provoqué. Certaines manœuvres, qui ont pour effet de fatiguer le cerveau, peuvent susciter la manifestation de tous les phénomènes propres au somnambulisme naturel chez un individu qui, tout éveillé, peut accomplir les actes que les somnambules naturels exécutent pendant le sommeil.

Le somnambulisme ainsi artificiellement provoqué n'est autre chose que l'état vulgairement connu sous le nom de *magnétisme animal*.

Connu en France et en Allemagne depuis l'année 1780, le magnétisme animal a été, pendant près d'un siècle, un sujet interminable de discussions, de controverses et de polémiques passionnées. Pendant ce long intervalle de temps, il a produit dans le public, naturellement ami du merveilleux, une sensation très-vive. Mais, au milieu de notre siècle, le mystère s'est dissipé, grâce à la découverte, faite en 1841, par un médecin écossais, le docteur Braid, de la possibilité de reproduire artificiellement tous les phénomènes du magnétisme animal, état qui n'est rien autre chose lui-même, nous le répétons, que l'état de somnambulisme artificiellement provoqué chez les individus prédisposés à ce genre d'influence.

Le docteur Braid donna le nom d'*hypnotisme* (du grec ὕπνος, sommeil) à cet état de l'économie vivante dans lequel un individu rêve tout éveillé, et subit docilement les influences qui lui sont suggérées avec force et autorité. L'hypnotisme rend compte, non-seulement des phénomènes du somnambulisme provoqué, que l'on appelle *magnétisme animal*, mais encore de cet autre phénomène, corollaire du magnétisme animal, que l'on appelle les *tables tournantes*, enfin d'une foule d'évènements, prétendus surnaturels, que nous ont transmis l'histoire générale ou l'histoire spéciale des sciences occultes.

En quoi consiste l'*état hypnotique*, découvert par le docteur

Braid, et quels en sont les caractères? Écoutons, à ce sujet, MM. Littré et Ch. Robin, dans leur *Dictionnaire de médecine*.

« L'hypnotisme, disent MM. Charles Rolin et Littré, est le nom donné par le docteur Braid au procédé qu'il emploie pour jeter une personne dans le sommeil somnambulique. Voici quel est ce procédé : Prenez un objet brillant (par exemple un porte-lancette) entre le pouce et les doigts indicateur et médian de la main gauche ; tenez-le à une distance de 20 à 40 centimètres des yeux, dans une position telle, au-dessus du front, qu'il exerce le plus d'action sur les yeux et les paupières, et qu'il mette le patient en état d'avoir le regard fixé dessus. On fera entendre au patient qu'il doit tenir constamment les yeux sur l'objet, et l'esprit uniquement attaché à l'idée de cet objet. On observera que les pupilles se contracteront d'abord ; bientôt après elles se dilateront, et, après s'être ainsi considérablement dilatées, et avoir pris un mouvement de fluctuation, si les doigts indicateur et médian de la main droite, étendus et un peu séparés, sont portés de l'objet vers les yeux, il est très-probable que les paupières se fermeront involontairement avec une sorte de vibration. Après un intervalle de dix à quinze secondes, en soulevant doucement les bras et les jambes, on trouvera que le patient a une disposition à les garder, s'il a été fortement affecté, dans la situation où ils ont été mis. S'il n'en est pas ainsi, vous lui demanderez avec une voix douce de les garder dans l'extension ; de la sorte, le pouls ne tardera pas à s'accélérer beaucoup, et les membres, au bout de quelque temps, deviendront rigides et complètement fixes. On trouvera ainsi que, à part la vue, tous les sens spéciaux, y compris le sens pour le chaud et le froid, le sens musculaire et certaines facultés mentales, sont d'abord prodigieusement exaltés, comme il arrive dans les effets primaires du vin, de l'opium et de l'alcool. Toutefois, après un certain point, à cette exaltation succède une dépression beaucoup plus grande que la torpeur du sommeil naturel. Les sens spéciaux et les muscles peuvent passer instantanément, les uns de la plus profonde torpeur, et les autres de la rigidité tonique, à la condition opposée, extrême mobilité et sensibilité exaltée. Il suffit de diriger un courant d'air sur l'organe ou les organes que nous désirons exciter, ou les muscles que nous désirons rendre souples et qui avaient été dans une sorte de catalepsie. Par le seul repos, les sens rentreront promptement dans leur premier état. Le succès presque invariable obtenu par M. Braid à l'aide de ce procédé paraît en partie dû à la condition mentale du patient, qui d'ordinaire est très-disposé à l'hypnotisme par l'attente qu'il sera produit certainement, et par l'assurance d'un homme à volonté ferme, déclarant qu'il est impossible d'y résister. Toutefois, quand l'état hypnotique a été provoqué ainsi un certain nombre de fois, le sujet peut, d'ordinaire, s'endormir lui-même facilement, en regardant son doigt placé assez près des yeux pour causer une convergence sensible de leurs axes, ou même simplement en se tenant tranquille et fixant le regard sur un point éloigné. En tous cas, la fixité des yeux est la circonstance qui a le plus d'importance, quoique la soustraction des autres stimulants ait une influence décidée pour favoriser la production de l'effet. On le voit, l'hypnotisme tient de près au magnétisme animal. »

L'hypnotisme, ainsi décrit par MM. Littré et Ch. Robin, fut

soumis, en 1860, à des expériences nombreuses et attentives par M. le docteur Azam, professeur à l'École de médecine de Bordeaux, et à Paris par MM. Broca, Jules Cloquet, Giraud-Teulon, Follin, etc. Ces derniers, opérant dans divers hôpitaux, ont reconnu combien il est facile, en persuadant à un individu de contempler pendant dix à quinze minutes un objet brillant, tel qu'une paire de ciseaux, un bouchon de carafe, etc., placés à une faible distance par-dessus les yeux, de faire tomber l'individu dans un état particulier de sommeil qui présente tous les caractères de ce que l'on nomme le *magnétisme animal.*

Quels sont, en effet, les procédés des magnétiseurs pour produire le somnambulisme artificiel? Écoutons Deleuze, l'*Hippocrate du magnétisme*, comme on l'a appelé, décrivant le meilleur procédé à employer pour obtenir la magnétisation :

« Faites asseoir, dit Deleuze, votre sujet le plus commodément possible ; placez-vous vis-à-vis de lui, sur un *siège un peu plus élevé*, de manière que ses genoux soient entre les vôtres et que vos pieds soient à côté des siens. Demandez-lui d'abord de s'abandonner, de ne penser à rien, de ne pas se distraire pour examiner les effets qu'il éprouvera, d'écarter toute crainte, de se livrer à l'espérance, et de ne pas s'inquiéter ou se décourager si l'action du magnétisme produit chez lui des douleurs momentanées.

« Après vous être recueilli, prenez ses pouces entre vos deux doigts, de manière que l'intérieur de vos pouces touche l'intérieur des siens, et *fixez vos yeux sur lui*. Vous resterez de deux à cinq minutes dans cette situation, ou jusqu'à ce que vous sentiez qu'il s'est établi une chaleur égale entre ses pouces et les vôtres.... » (1)

Nous ne trouvons pas ici d'objet brillant qui puisse reproduire identiquement le procédé suivi pour obtenir l'état hypnotique découvert par le docteur Braid ; mais le procédé de Braid n'est qu'une variante au milieu d'une foule d'autres moyens analogues qui servent à provoquer l'hypnotisme. M. Giraud-Teulon a reconnu que l'état d'hypnotisme peut se produire par la seule contemplation, continuée assez longtemps, d'une solive du plafond. Le docteur Gigot-Suard, médecin instruit et observateur habile, mort en 1877, endormait ses sujets en fixant ses yeux sur leurs yeux. Le procédé magnétique recommandé par Deleuze ne serait donc autre chose que la méthode de Braid, avec la seule différence que l'objet brillant est remplacé ici par les yeux du magnétiseur. La fatigue oculaire, résultant de la posi-

1. Deleuze, *Traité du magnétisme animal.*

tion fixe des yeux du sujet attachés sur ceux de l'opérateur, suffit pour engendrer l'*hypnotisme* ou *sommeil nerveux*, comme on l'a appelé. Cette fatigue oculaire est encore augmentée par l'espèce de strabisme et par l'élévation des yeux résultant de l'attitude du magnétisé vis-à-vis du magnétiseur; car d'habitude ce dernier est debout devant le patient, assis sur une chaise; ou bien encore, selon le précepte de Deleuze, le magnétiseur est placé sur un *siège un peu plus élevé* que celui du sujet. D'après un rapport fait par Bailly sur le magnétisme mesmérien, au nom de l'Académie des sciences et de la Faculté de médecine, le 11 août 1784, les élèves de Mesmer agissaient aussi sur le patient, *par le regard et en les fixant*. Les passes et manipulations auxquelles se livre le magnétiseur ne sont que des pratiques accessoires, mais elles accélèrent la fascination du sujet, en agissant sur son imagination et son système nerveux.

De l'examen comparatif des procédés qui servent à provoquer l'hypnotisme et le somnambulisme magnétique, passons à la comparaison des phénomènes physiologiques propres à l'un et à l'autre de ces états.

On peut énumérer comme il suit les caractères constatés par les magnétiseurs de bonne foi chez les somnambules. Ces caractères ne sont pas constants, mais ils sont assez communs pour que l'on puisse en généraliser ici l'expression : 1° insensibilité de la périphérie du corps ; 2° roideur musculaire, allant quelquefois jusqu'à la catalepsie; d'autres fois, au contraire, résolution marquée de tous les muscles; 3° exaltation des principaux sens ; 4° exaltation de l'intelligence.

A l'exception du dernier, qui constitue, il faut l'avouer, une différence assez importante, les quatre caractères propres à l'état de somnambulisme magnétique sont parfaitement accusés chez les individus plongés dans l'état hypnotique. Les nombreuses expériences qui ont été faites jusqu'à ce jour, ont parfaitement établi que l'insensibilité au pincement et aux piqûres, la roideur ou la résolution musculaire, sont très-prononcées dans l'état hynoptique. C'est même par ces deux caractères, joints à l'état évident de sommeil, que l'on constate et que l'on déclare que le sujet est hypnotisé. Quant à l'exaltation des sens, elle est parfois très-manifeste chez l'individu hypnotisé, sans atteindre pourtant le degré qu'elle présente chez les somnambules magnétiques.

On sait en quoi consiste le phénomène des *tables tournantes*. Un certain nombre de personnes composent une sorte de chaîne autour d'une table, en apposant leurs doigts sur les bords de cette table. Il arrive alors un moment où, sans que personne en ait conscience, la table se met à tourner vigoureusement sur son axe. Tout aussitôt les personnes qui composent la chaîne, tournent, avec la table, dans une sorte de danse générale involontaire.

Le phénomène des *tables tournantes* s'explique parfaitement, comme le *magnétisme animal*, par l'état d'*hypnotisme*.

Nous venons de dire que plusieurs personnes se réunissent autour d'une table, les doigts placés sur les bords de cette table. Ces personnes sont attentives, fortement préoccupées du phénomène dont elles attendent l'apparition. Il y a là une grande contention d'esprit, une idée qui passionne exclusivement l'esprit. Une pareille tension du cerveau ne peut être longtemps supportée. Dans cette réunion de personnes fixement attachées, pendant vingt minutes ou une demi-heure, à former la chaîne, les mains posées à plat sur une table, sans avoir la liberté de distraire un instant leur attention de l'opération à laquelle elles prennent part, le plus grand nombre n'éprouve aucun effet particulier. Mais il est bien difficile que l'une d'elles, une seule, si l'on veut, ne tombe pas, pour un moment, en proie à l'état hypnotique ; il ne faut peut-être qu'une seconde de durée de cet état pour que le phénomène se réalise. Le membre de la chaîne tombé dans le sommeil hypnotique, n'ayant plus conscience de ses actes, et n'ayant que l'idée fixe de la rotation de la table, imprime, à son insu, le mouvement au meuble. Il peut en ce moment déployer une force musculaire relativement considérable, et la table s'élance. Cette impulsion donnée, cet acte *inconscient* accompli, il n'en faut pas davantage. L'individu dont l'esprit a été un moment égaré, peut ensuite revenir à son état ordinaire, car à peine ce mouvement de déplacement mécanique s'est-il manifesté dans la table, qu'aussitôt toutes les personnes composant la chaîne se lèvent et suivent ses mouvements, autrement dit, font marcher la table, en croyant simplement la suivre. Quant à l'individu, cause involontaire, *inconsciente* du phénomène, comme on ne conserve aucun souvenir des actes que l'on a exécutés dans l'état hypnotique, il ignore lui-même ce qu'il a fait, et il s'indigne de très-bonne foi, si on l'accuse d'avoir poussé

la table. Il soupçonne même les autres membres de la chaîne d'avoir joué le mauvais tour qu'on lui reproche. De là ces fréquentes discussions et même ces disputes graves auxquelles donnait si souvent lieu la puérile distraction des tables tournantes.

Les *médiums*, qui, en 1861, remplacèrent les *tables tournantes*, sont également des individus que l'on place, par divers moyens et surtout par l'habitude, dans l'état de somnambulisme artificiellement provoqué. En cet état, ils parlent, écrivent, répondent aux questions qu'on leur adresse, absolument comme les somnambules naturels, et comme les somnambules, ils n'ont, au réveil, aucun souvenir de ce qu'ils ont pu dire ou penser pendant leur sommeil.

Il est bien entendu que ces pauvres voyants ne peuvent tirer de leur faible cervelle que les notions qui s'y trouvent ; et ces notions sont, hélas! bien peu de chose d'ordinaire.

On voit que, dans cette explication physiologique du phénomène des tables tournantes et des paroles des médiums, nous ne nous préoccupons pas de l'hypothèse des *esprits*, fort discréditée d'ailleurs aujourd'hui.

Ce qui prouve que les médiums puisent tout en eux-mêmes, c'est que les prétendus esprits interrogés par un médium savent tout juste, et ni plus ni moins, ce que sait le médium. Demandez à un esprit de répondre à une question faite en anglais, l'esprit répondra parfaitement dans cette langue, si le médium connaît la langue anglaise; mais si le médium est étranger à cet idiome, l'esprit se taira. Que si, au contraire, notre médium sait l'anglais, l'esprit répondra dans l'idiome britannique, au grand ébahissement de l'assistance.

Nous avons souvent ri de la naïveté des gens qui demandent aux médiums des renseignements que personne ne peut savoir, par exemple, sur le cours de la Bourse du lendemain, ou sur les noms des chevaux qui doivent gagner aux courses de Longchamp. Ces naïfs consultants ignorent que l'esprit ne sait que ce que le médium sait lui-même, comme la somnambule d'un magnétiseur ne peut rien exprimer qui dépasse le nombre et l'ordre de ses propres connaissances.

On a remarqué, de même, que les *esprits* reflètent toujours avec exactitude les opinions des médiums, ou de ceux qui les

assistent. Les esprits sont religieux et croyants dans un cercle de dévots ; ils sont mécréants dans une réunion de sceptiques.

Nous rappellerons ici la réponse la plus plaisante que l'on ait conservée en ce genre. On demandait un jour à un médium ce qu'il fallait penser de l'existence du diable. Le médium ayant pris son crayon et s'étant mis, dans les formes voulues, en rapport avec les habitants de l'autre monde, transmit aux assistants cette mirifique réponse :

« *Je n'existe pas.* — *Signé* SATAN. »

Dans un cercle de médiums, on avait besoin de connaître la date de la septième croisade. On trouva tout simple d'évoquer saint Louis pour lui demander cette date. On se recueille donc ; on évoque l'esprit du roi mort en Terre Sainte, et on lui demande la date de son embarquement à Aigues-Mortes. Mais saint Louis répond, par l'organe du médium :

« Je ne la connais pas ! »

— Il est bien extraordinaire, dit l'évocateur, que vous ne connaissiez point cette date ! C'est vous qui vous êtes embarqué à Aigues-Mortes.

— Pardon, pardon, dit le spectre, il y a erreur ! Je suis, moi, saint Louis de Gonzague. On avait appelé saint Louis, je suis venu ; mais le roi Louis IX était sorti ! »

Le sommeil hypnotique, c'est-à-dire le somnambulisme provoqué par la longue contemplation d'un objet, accompagnée d'une tension considérable, explique un grand nombre d'autres phénomènes qui ont paru longtemps appartenir à l'ordre surnaturel.

Dans un ouvrage publié à Londres, en 1852 : *Clairvoyance naturelle et mesmérique, avec l'application du mesmérisme à la pratique de la chirurgie et de la médecine*, le docteur Esdaile faisait connaître les résultats de 261 opérations diverses exécutées sans douleur pour le patient, par un procédé qui n'est évidemment autre chose que l'hypnotisme. Parmi ces opérations figurent 200 ablations de tumeurs, provenant d'une maladie commune dans les Indes, et que l'on désigne sous le nom d'*éléphantiasis*. On sait que les tumeurs dites *éléphantiasiques* atteignent parfois des dimensions énormes ; le poids des tumeurs enlevées par le docteur Esdaile, sous l'influence de ce qu'il appelle l'*état mesmérique*, variait depuis dix jusqu'à cent livres.

Voici en quoi consiste le procédé suivi par le docteur Esdaile pour rendre ses malades insensibles à la douleur de l'opération.

Le patient étant couché sur un lit un peu bas, dans une chambre à demi obscure, un individu quelconque du service, le plus souvent un serviteur nègre, se place debout, à la tête du lit, et s'incline en avant, jusqu'à ce que son visage soit placé immédiatement au-dessus du visage du malade. Il demeure dans cette attitude fixe pendant un quart d'heure ou une demi-heure, en faisant, par intervalles, avec les mains, des passes sur la tête ou sur la poitrine du patient. Celui-ci finit par tomber dans un état de catalepsie et d'insensibilité, qui permet de pratiquer sur lui, sans douleur, les opérations les plus longues. Le docteur Esdaile se servait aussi, pour arriver au même résultat, de ce qu'il nommait le *procédé européen*, qui consistait dans l'emploi des passes et manipulations diverses qui sont propres à nos magnétiseurs.

Quant on considère que le nègre indien, qui fait fonction de *mesmériste*, se tient incliné et immobile un long espace de temps au-dessus du visage du patient, ses yeux étant fixés sur les yeux du malade, il devient évident que l'état physiologique provoqué par ce moyen de fascination n'est autre chose que l'hypnotisme.

Un autre fait que l'on peut invoquer à propos du même sujet, c'est celui qui présentent les moines du mont Athos, qui se jettent dans de longues extases cataleptiques, prolongées par eux à volonté, en se regardant fixement la région ombilicale. On ne peut attribuer qu'à l'hypnotisme l'état extatique provoqué chez ces moines par cette singulière contemplation.

Les fakirs des Grandes-Indes tombent en catalepsie en se regardant, pendant un quart d'heure, le bout du nez. Au bout de ce temps, une flamme bleuâtre apparaît, dit-on, à l'extrémité de leur nez, et bientôt la catalepsie se manifeste. C'est évidemment grâce à l'hypnotisme que les fakirs indiens peuvent conserver un temps considérable ces attitudes et ces poses extraordinaires qui leur attirent le respect et l'admiration de la multitude.

Si l'on interrogeait les voyageurs de l'Orient, on trouverait une foule de pratiques en usage chez les peuples de ce pays pour produire l'enchantement, la fascination, et qui s'expliqueraient toutes par le phénomène dont nous parlons.

Tels sont, par exemple, les étranges spectacles dont les Beni-

Aïaoussas, tribu arabe de Constantine, rendent le public témoin, les jours de fête publique. Ils se livrent à des contorsions violentes du corps et à des mouvements désordonnés. La face est inondée de sueur, les yeux rouges et saillants, le cerveau manifestement congestionné; l'écume sort de leur bouche. On les voit alors se percer la joue avec des armes aiguës et des fers rougis au feu, marcher sur des barres de fer rouges, avaler du verre pilé, qui ensanglante leur bouche, etc., sans manifester le moindre signe de douleur.

Dans cette étrange scène, on ne peut voir que les effets d'un état hypnotique, provoqué par un moyen particulier.

Divers procédés de fascination propres aux sorciers égyptiens et arabes s'expliquent, comme une foule d'autres phénomènes du même ordre, par l'état hypnotique, et l'on peut dire, de la manière la plus générale, que le curieux état physiologique découvert par le docteur Braid nous rend compte de la plupart des faits prétendus merveilleux qui ont si longtemps abusé de la crédulité publique.

XII

QU'EST-CE QUE LA MORT?

Définition de la mort. — Trois doctrines différentes sont professées pour expliquer la nature intime de l'être humain : 1° l'*animisme de Stahl*, 2° le *vitalisme de Bichat*, 3° le *vitalisme barthézien*. — Le *matérialisme* n'est pas une doctrine scientifique. — Appréciation de l'*animisme* et rejet de ce système. — Appréciation du *vitalisme* de Bichat. — La doctrine des *propriétés vitales* de Bichat mal comprise par les physiologistes contemporains partisans de ce système. — Le système des propriétés vitales admis par Claude Bernard se réduit au *quia opium facit dormire* de Molière. — Le *vitalisme barthézien*. — Exposé de cette doctrine. — Il y a dans l'homme trois éléments : le corps, l'âme et la vie. — Distinction de ces trois éléments. — Propriétés du corps. — Caractères de la vie. — Attributs et caractère de l'âme. — Parallèle de l'âme et de la vie, d'après Barthez et Lordat. — Le *fuseau vital* et la *parabole animique* de Lordat. — Après la mort, la vie disparaît, et le corps se dissout, tandis que l'âme, impérissable et immortelle, recommence une carrière nouvelle dans l'infini des espaces célestes.

Bichat a défini la vie : « L'ensemble des fonctions qui résistent à la mort. » Cette définition a été fort admirée. Elle exprime, en effet, avec une grande concision, la réalité des phénomènes biologiques; mais elle n'a aucune importance au point de vue doctrinal, car elle ne dit nullement en quoi consiste la vie. Elle présente d'ailleurs le vice logique de comprendre dans la définition le mot, ou, si l'on veut, l'idée à définir.

Qu'est-ce donc que la *mort*, au point de vue scientifique?

Pour nous, c'est la séparation de l'âme et du corps.

Pour justifier cette définition, il faut exposer l'idée doctrinale à laquelle nous nous rallions concernant la nature intime de l'être humain.

Pour expliquer la nature propre de l'homme, les physiologistes sont aujourd'hui partagés entre trois doctrines :

1° L'*animisme de Stahl*, que professent la plupart des médecins spiritualistes de nos jours, par exemple MM. Pidoux, Parchappe, Cayol, Sales-Girons, Bouchut, Chauffard, etc.

2° Le *vitalisme de Bichat*, auquel adhérait Claude Bernard, et qui compte parmi ses partisans la grande majorité des médecins français.

3° Le *vitalisme barthézien*, propre à l'École de Montpellier.

On remarquera que nous ne comptons point parmi les systèmes destinés à expliquer la nature intime de l'homme, le *matérialisme*. En effet, le matérialisme n'est pas un système de philosophie. C'est une négation pure et simple; c'est une manière enfantine de raisonner, car elle n'exige aucun savoir, aucune connaissance, car elle est l'apanage de l'ignorant, aussi bien que du savant. Mais en philosophie, comme dans les sciences naturelles, il ne s'agit pas de nier, il s'agit d'expliquer; et le matérialisme, qui se borne à dire que les phénomènes physiques organiques, intellectuels et moraux propres à l'homme ne tiennent qu'à son organisation et périssent avec ses organes, le matérialisme qui ne s'inquiète d'expliquer aucun des phénomènes admirables que présente l'organisation humaine, ne saurait être admis comme un système scientifique, ni philosophique. Le matérialisme ne formule aucune théorie; il se contente de dire que les lois de la matière expliquent tout. Mais comment les lois de la matière donnent-elles cette explication? Comment les lois de la matière donnent-elles la raison de la génération des êtres vivants, du développement du germe dans l'ovaire végétal, ou dans l'oviducte humain, des battements de notre cœur, des contractions de nos muscles ou du rôle des nerfs? C'est ce qu'il ne songe pas même à rechercher. Le matérialisme n'est donc pas une doctrine scientifique.

D'ailleurs, le matérialisme, il est facile de l'établir, n'est autre chose que l'athéisme. Or l'existence de Dieu est un fait évident, qui n'a besoin d'aucune démonstration, car Dieu n'est autre chose que la cause suprême de tous les effets dont la nature étale à nos yeux le spectacle. Le matéralisme, qui s'identifie avec l'athéisme, n'est donc pas digne d'être pris en considération comme système philosophique.

L'animisme de Stahl, le *vitalisme de Bichat* et le *vitalisme barthézien*, telles sont donc les seules théories philosophiques dont nous ayons à nous préoccuper, et dont nous allons peser rapidement la valeur relative.

L'animisme, tel que le professent, d'après Stahl, illustre médecin allemand du siècle dernier, un grand nombre de philosophes et de médecins modernes, accorde à l'âme le double pouvoir de diriger nos fonctions intellectuelles et nos fonctions physiologiques, en d'autres termes de présider à l'accomplissement du double travail matériel et immatériel de l'économie vivante. C'est l'animisme de Stahl que Xavier de Maistre développe avec tant de finesse dans son *Voyage autour de ma chambre*, quand il met en présence l'*âme* dirigeant la *bête*, c'est-à-dire le corps.

Ce qui renverse l'animisme, c'est que ce système confond l'acte intellectuel et l'acte vital, qui sont l'un et l'autre d'un ordre essentiellement distinct, pour ne pas dire opposé. L'âme, d'après la définition qu'on en a toujours donnée depuis l'origine de la philosophie, a pour caractère l'immatérialité et l'immortalité; au contraire, la matière a pour caractères la mortalité et la destructibilité. L'âme est éternelle; la vie est, au contraire, condamnée à périr. L'une fait essentiellement acte de volonté, l'autre est soustraite à l'empire de la volonté, car la plupart de nos fonctions naturelles s'accomplissent indépendamment de nous. Comment donc un même agent produirait-il des phénomènes d'une essence aussi opposée? Dire que notre âme digère les aliments, qu'elle fait contracter nos muscles et palpiter notre cœur, qu'elle fait circuler notre sang, voyager nos liquides, absorber les substances solides, liquides et gazeuses; dire que l'âme préside à la nutrition, à l'entretien, à la réparation de nos organes; prétendre qu'elle veille, comme un gardien fidèle, à l'entretien de la santé ; qu'elle lutte par elle-même contre la maladie qui nous menace: c'est altérer singulièrement l'idée que nous nous faisons de l'âme, de sa nature, de son rôle et de sa véritable essence.

Nous avons établi, dans le cours de cet ouvrage, qu'il y a une partie du système nerveux, le système du nerf grand sympathique, qui est chargée de diriger les fonctions des viscères de la poitrine et de l'abdomen, et que le grand sympathique continue son action pendant le repos de l'encéphale. Pendant le

sommeil, l'âme dort, puisque l'encéphale, son instrument, son ministre, son organe, dort; et pourtant les fonctions de nutrition, de digestion, de circulation, de respiration, de sécrétion, continuent de s'accomplir. L'âme n'est donc pour rien dans ces fonctions, qui s'accomplissent alors qu'elle est livrée à une inaction complète.

Ajoutons qu'avant la naissance, au moment où la vie accomplit des prodiges d'organisation, l'âme ne réside pas encore. dans le nouvel être. On ne peut, en effet, appeler de ce nom qu'un principe intelligent et raisonnable; or un tel principe fait absolument défaut avant la naissance.

L'animisme pur, l'animisme de Stahl, n'est donc pas le système auquel nous croyons devoir nous rattacher.

Le *vitalisme de Bichat* consiste à accorder aux tissus vivants des propriétés spéciales qui les différencient des autres corps de la nature, à leur attribuer des qualités propres, lesquelles disparaissent avec la vie. D'après Bichat, la fibre musculaire a la propriété de la *contractilité*, le tissu nerveux la propriété de la *sensibilité*, le cartilage la propriété de l'*extensibilité*, le corps, en général, la propriété de produire de la chaleur, ou la *caloricité*, etc.

Le système des *propriétés vitales* de Bichat, qui n'est autre chose d'ailleurs que la vieille doctrine de l'*irritabilité* de Haller, est adopté par beaucoup de médecins de nos jours, qui ne peuvent se dissimuler l'immensité de l'abîme qui existe entre les phénomènes vitaux et les phénomènes physiques et chimiques. Ils professent donc la théorie physiologique des *propriétés vitales des tissus* formulée par Bichat. Claude Bernard, qui avait vu de si près tant de phénomènes vitaux, avait été conduit à reconnaître qu'il y a dans ces phénomènes une partie qui échappe manifestement aux lois physiques. Il se rangeait donc à l'opinion de Bichat : il accordait des propriétés vitales aux tissus organiques de l'homme.

Seulement, Claude Bernard et les médecins qui adoptent le système des *propriétés vitales des tissus*, perdent de vue la réserve solennelle qu'avait eu soin de faire le créateur de ce système. Bichat n'a jamais prétendu expliquer quelque chose par le mot de *propriétés vitales des tissus*, pas plus que Newton ne prétendait dévoiler la cause primitive de la gravitation universelle dont il posait les lois, et en vertu desquelles les grands corps célestes

s'attirent et circulent autour du soleil. Bichat subordonnait les *propriétés vitales* qu'il accordait aux tissus, à un agent supérieur, la *vie*.

Bichat considère le principe de la vie comme étant hors de notre portée, dans l'état actuel de la science. Il croit que la connaissance de ce principe ne pourra être que le couronnement de toutes les découvertes de la physiologie dans l'avenir.

« C'est le défaut de tous les physiologistes, dit Bichat, d'avoir commencé par où il faudra un jour finir. La science était encore au berceau, que toutes les questions dont on s'occupait roulaient sur les causes premières des phénomènes vitaux. Qu'en est-il résulté ? D'énormes fatras de raisonnements, et la nécessité d'en venir enfin à l'étude rigoureuse de ces phénomènes, en abandonnant celle de leurs causes, jusqu'à ce que nous ayons assez observé pour établir des théories. »

Ainsi, quand il parle des *propriétés vitales* et de la *vie* de chaque organe, Bichat entend étudier ces propriétés comme l'effet de la cause cachée qu'il renonce à approfondir. De là les expressions, qui reviennent à chaque instant sous sa plume, de *vie* et de *mort* de tel ou de tel organe, particulièrement du cerveau et des poumons. Bichat étudie partout les *phénomènes vitaux*, mais jamais leur cause, c'est-à-dire la *vie*.

Les médecins vitalistes de l'école de Bichat ont, disons-nous, volontairement ou involontairement, laissé dans l'ombre la prudente réserve dans laquelle s'était tenu le créateur de ce système touchant la cause première des propriétés vitales qu'il accordait au corps humain. Ils ont ainsi confondu les propriétés vitales avec leur cause essentielle, la vie; ils ont identifié de simples propriétés avec le principe même de la vie et de l'organisation. C'est interpréter d'une manière très-inexacte la pensée de l'immortel auteur de l'*Anatomie générale*.

Claude Bernard, grand amateur de moyens termes et de compromis, faisait du système de Bichat ainsi interprété sa bannière scientifique. Il accordait aux tissus vivants des *propriétés vitales;* mais il ajoutait que la science ne peut aller plus loin.

Dans la première leçon de son cours de 1871-1872 au Collège de France, ce savant s'exprimait ainsi :

« La cause immédiate des phénomènes de la vie ne doit pas être placée dans un principe ou dans une force vitale quelconque. Il ne faut pas la

chercher dans le ψυχή de Pythagore, dans *l'âme physiologique* d'Hippocrate, dans le πνεῦμα d'Athénée, dans l'*archée* de Paracelse, dans l'*anima* de Stahl, dans le *principe vital* de Barthez. Ce sont là autant d'êtres imaginaires et insaisissables. Elle réside dans les *propriétés vitales* de Bichat, c'est-à-dire dans les propriétés histologiques (de tissus) de la matière vivante, des éléments organiques. Nous ne pouvons pas la poursuivre plus loin. Cela, du reste, est suffisant pour l'explication scientifique. »

Claude Bernard nous disant que « les *propriétés vitales* de Bichat suffisent pour l'explication scientifique » oublie que Bichat subordonnait ces propriétés à un agent supérieur, la vie, dont il renonçait à comprendre l'essence, mais dont il reconnaissait l'existence comme certaine.

Les médecins de l'école de Paris, qui, avec Claude Bernard, mutilent de cette manière le système de Bichat, nous donnent donc une idée très-fausse de la théorie du grand anatomiste. Ils se trompent d'ailleurs en croyant expliquer quelque chose avec ce mot de *propriétés vitales*, qui n'exprime qu'un phénomène et non sa cause. Ainsi compris, le système de Bichat est inadmissible; ce n'est qu'un matérialisme déguisé. En effet, comme les propriétés vitales disparaissent avec la vie, il ne doit rien subsister, après la mort, de ce qui a produit chez l'homme la sensibilité, l'intelligence, la volonté.

Ajoutez que cette théorie ne donne la raison d'aucun phénomène. C'est absolument l'explication des propriétés de l'opium donnée par Molière dans la Cérémonie du *Malade imaginaire*. Le docteur de la comédie déclare que *l'opium fait dormir parce qu'il a en lui des propriétés dormitives*. La théorie de Bichat, interprétée par Claude Bernard, nous dit : *Le cœur se contracte parce qu'il a en lui des fibres contractiles*. Les deux explications sont de la même force.

Bichat avait trop de portée dans l'esprit pour tomber dans une telle confusion d'idées. Malheureusement, beaucoup de médecins, qui se croient vitalistes, raisonnent comme Claude Bernard. Ils s'imaginent avoir dit quelque chose quand ils ont accordé aux tissus vivants des propriétés spéciales qui les distinguent du reste de la matière, et en vertu desquelles ces tissus accomplissent leurs fonctions pendant la vie.

Nous croyons, nous, que cette explication n'explique rien; nous croyons que Bichat a été trop timide en n'osant pas approfondir la cause de la vie.

Ce que Bichat n'avait pu faire, malgré la force de son génie,

c'est-à-dire pénétrer la véritable nature de l'homme, Barthez l'avait accompli avant lui.

Barthez, professeur et chancelier de l'Université de médecine de Montpellier, a prouvé, dans ses *Nouveaux éléments de la science de l'homme*, ouvrage publié au commencement de notre siècle, qu'il y a dans l'homme spirituel deux éléments différents, à savoir; l'*âme* (ce que Lordat a appelé plus tard le *sens intime*) et la *force vitale*, ou la *vie*. En ajoutant à ces deux éléments spirituels de l'homme son élément matériel, c'est-à-dire le corps, on a la *trinité humaine*, composée du *corps*, de l'*âme* et de la *vie*.

Nous allons essayer de poser les caractères propres à ces trois éléments de l'homme, et d'établir leurs différences.

Le *corps* n'est pas difficile à distinguer des autres éléments. Par sa matérialité il se distingue de la vie; par sa destructibilité il se distingue de l'âme.

Quant aux différences qui séparent l'âme de la vie, elles sont plus difficiles à mettre en relief. Voici les principaux de ces caractères différentiels.

1° L'âme est immatérielle, immortelle, indestructible. Elle est douée de la pensée, de la conscience, de la volonté. Elle n'est sujette ni à l'affaiblissement, ni à la décrépitude, ni à la mort. Elle n'est accessible à aucune influence du temps. Loin de s'affaiblir par l'exercice, elle ne fait que s'accroître, s'exalter, se perfectionner, par l'emploi régulier de ses facultés.

La vie (*principe vital* de Barthez) n'est ni matérielle ni immortelle, et c'est là ce qui la distingue à la fois de l'âme et du corps. Comme la chaleur et l'électricité, la vie est une force engendrée par certaines causes; après avoir eu son commencement, elle aura sa fin, et une fin sans retour. Puisqu'elle est une force, la vie n'est pas matérielle, mais elle est destructible, et périt après un temps normal; elle n'est pas immortelle, comme l'âme.

2° La vie est transmissible, tandis que l'âme ne se transmet pas. La vie se communique d'un individu à l'autre, par la génération, par la reproduction et l'hérédité. Renfermée dans les liquides et les solides, dans les principes immédiats de l'organisme, la vie trouve dans le sein d'une mère, où le germe qui la renferme a été déposé, les éléments matériels nécessaires

à son développement. Elle se sert de ces éléments pour fabriquer les organes, et pour constituer l'individu physique nouveau qui doit succéder aux parents.

3° La vie est une puissance essentiellement architectonique, plastique, organisatrice. Seulement cet architecte agit instinctivement ; il n'a pas la conscience de ses actes. Ce fabricateur est inscient. Après avoir créé le corps humain, le principe vital veille à son maintien. Il est doué de ces qualités conservatrices tutélaires que Stahl accordait à l'âme. Au contraire, l'âme a toujours conscience de ses actes; elle est l'intelligence même, l'intelligence dans son essence exquise.

4° La vie est sujette à un développement, à une culmination, puis à un affaiblissement graduel, qui se termine par la destruction finale. La vie disparaît, comme le corps se détruit. Ces deux flambeaux perdent progressivement leurs lueurs et s'éteignent sans retour. Au contraire, l'âme ne fait que se perfectionner par la vieillesse et l'exercice.

« La force vitale, dit Lordat, s'accroît dans sa course naturelle, se développe, se renforce, pendant la moitié de la durée de la vie humaine; mais, dans la seconde moitié de cette carrière, il survient un décroissement proportionnel, une *vieillesse* progressive du système corporel, dont le terme infaillible est la mort. La puissance psychique (l'âme) ne subit point nécessairement cette décadence. Si des maladies ne l'entravent pas, il dépend d'elle d'ajouter indéfiniment à sa valeur jusqu'au terme de la vie ; de sorte que l'instant de la mort sénile, de la mort accompagnée du dernier degré de la décrépitude, peut être le moment où l'intelligence a montré le plus haut degré de l'élévation, de la justesse, de la capacité, de la sagacité dont elle est susceptible. D'où il suit que nous savons avec une certitude expérimentale que la force vitale doit s'éteindre, et que la mort du système est immanquable, mais qu'il est philosophiquement et inductivement impossible d'en dire autant de la puissance psychique, puisqu'elle n'a pas éprouvé la *vieillesse*, seul indice que je puisse avoir, dans l'ordre métaphysique, de la certitude d'une extinction future [1]. »

Pour peindre plus exactement les différences entre l'âme et la vie, Lordat fait usage d'une comparaison empruntée à la géométrie. Il représente la vie comme un fuseau, semblable au fuseau des Parques, c'est-à-dire qui a un diamètre presque nul à son extrémité commençante, va en se renflant sans cesse jusqu'au

1. *Introduction à la doctrine de l'alliance entre l'âme pensante et la force vitale. Discours d'ouverture du cours de physiologie fait à la Faculté de médecine de Montpellier dans l'année scolaire* 1846-1847. Brochure in-8. Montpellier, 1847, page 9.

milieu, puis décroît insensiblement, et finit par devenir presque nul. Au contraire l'âme est représentée par une parabole. Partie d'un point imperceptible, la parabole se développe lentement, émettant deux lignes symétriques, qui s'allongent sans cesse, pour se perdre dans l'infini.

Selon Lordat, la vie commence donc à la manière d'un fuseau.

Fig. 166. Lordat.

Elle procède par accroissement, qui est uniforme (pendant la santé) ou *festonné* (pendant la maladie), jusqu'à ce qu'elle ait atteint son renflement le plus considérable, sa *culmination*, laquelle arrive vers l'âge de quarante ans; ensuite elle diminue, de telle sorte que les deux lignes qui représentent ce décroissement, — lignes droites ou festonnées, — se rencontrent plus tard et se

réunissent à un point; et ce point c'est la fin du fuseau, c'est la mort. L'âme, figurée d'abord par quelques points, qui indiquent l'incertitude de l'instant où elle commence, forme, par la réunion de ces mêmes points, une parabole, dont les branches, inscrites d'abord dans le fuseau, s'en écartent progressivement, et continuent de se développer, en divergant de plus en plus jusqu'à l'infini.

Cette comparaison géométrique en dit plus que de longs raisonnements pour représenter les profondes différences entre l'âme et la vie, et l'impossibilité d'assimiler l'une à l'autre les deux puissances du *dynamisme humain*.

Il faut lire dans l'ouvrage de Lordat, l'*Insénescence du sens intime*, le curieux développement de cette proposition, que l'âme, chez le vieillard, loin de s'être affaiblie, n'a fait que gagner en énergie et en virilité, tandis que le principe de la vie, ainsi que le corps matériel, se sont usés peu à peu et ont fini par tomber dans la décrépitude. C'est ce que Lordat a appelé l'*insénescence* (ou mieux la *non-sénescence*) de l'âme, comparée à la *sénescence*, ou à la vieillesse du corps et du principe de la vie.

Nous renonçons avec peine à rapporter ici tous les faits historiques et biographiques que Lordat passe en revue dans son livre sur l'*Insénescence* (1) et qui prouvent que, tandis que notre corps s'use par l'exercice de la vie, tandis que notre force vitale s'affaiblit, au contraire notre âme ne fait que s'accroître continuellement en puissance et en activité.

Telle est la doctrine de l'*alliance du corps, de l'âme et de la vie*, à peu près comme on la formule, d'après Barthez et Lordat, à l'École de Montpellier.

Après les développements qui précèdent, on comprendra mieux la définition que nous avons donnée au commencement de ce chapitre : « La mort est la séparation de l'âme et du corps. » La mort est la séparation de l'élément immortel et impérissable qui entre dans l'agrégat humain, c'est-à-dire

(1) *Preuves de l'insénescence du sens intime de l'homme, et application de cette vérité à la détermination du dynamisme humain. Leçons tirées du cours de physiologie fait à Montpellier dans l'année* 1843-1844. 1 vol. in-8. Montpellier, 1844.

de l'*âme*, des deux autres éléments, destructibles et mortels, le *corps* et la *vie*. L'âme abandonne le corps après que la vie, ou *principe vital*, s'est éteinte dans le corps.

Voyons ce que deviennent, après la mort de l'homme, 1° son corps ; 2° sa vie ; 3° son âme.

Après la mort, le corps, ou la substance matérielle, n'étant plus défendu de la destrution par le principe vital, tombe sous l'empire des forces physiques. Il éprouve une série de décompositions, dont le terme final est sa transformation en eau, en gaz acide carbonique, ammoniac et azote, plus quelques substances gazeuses et solides qui représentent des produits moins avances de décomposition chimique. Les gaz azote, acide carbonique, acide sulfhydrique, ammoniac, ainsi que la vapeur d'eau, se répandent dans l'atmosphère, ou bien ils se dissolvent dans l'humidité du terrain. S'ils sont dissous dans l'eau qui baigne le sol, ils sont absorbés par les radicelles des plantes qui vivent sur ce terrain, et servent à la nutrition, au developpement de ces plantes. S'ils se répandent dans l'air, l'eau des pluies les dissout et les ramène sur la terre. L'ammoniaque et l'acide carbonique dissous dans l'eau qui imprègne le sol, s'introduisent, par les racines, dans les canaux des plantes, et contribuent à la nutrition de ces plantes.

La matière du corps de l'homme et des animaux n'est donc pas détruite ; elle ne fait que changer de forme, et sous cette autre forme elle va composer de nouvelles substances organiques. En cela, le corps de l'homme ne fait qu'obéir aux lois communes de la nature. Ce qu'il éprouve, toute substance organisée, végétale ou animale, exposée aux influences réunies de l'air, de l'eau et d'une température moyennement élevée, l'éprouve également. Un morceau d'étoffe de coton ou de laine, un grain de blé, un fruit, fermentent et se réduisent en produits nouveaux, comme le fait la matière de notre corps.

La vie, ou *principe vital de l'homme*, ne subit pas, comme la matière du corps humain, cette continuelle transformation. Elle ne passe point, du corps de l'homme ou des animaux aux plantes, pour revenir des plantes aux animaux et à l'homme. C'est que la vie est une force de la nature, comme la chaleur, la lumière et l'électricité. Comme toutes les forces de la nature, la vie a sa naissance et sa fin. Elle a ses causes productives et

ses causes de destruction. Elle ne peut se rallumer quand elle est éteinte ; elle ne peut recommencer son cours quand son terme fatal est arrivé. Elle ne peut se perpétuer ; c'est un simple état des corps, et cet état est fragile, fugitif, précaire, sujet aux mille influences et accidents du hasard.

La vie est bien inférieure en importance à l'âme, qui est indestructible et immortelle. L'âme est l'élément essentiel dans l'agrégat humain. Elle a des qualités actives et positives partout où les deux autres éléments, le corps et la vie, ont des qualités négatives. Tandis que la vie s'anéantit, tandis que le corps se dissocie et disparaît, l'âme ne peut ni s'anéantir, ni disparaître.

Ainsi la vie s'éteint sans retour après la mort de l'homme. Quant à son âme, indestructible, impérissable, immortelle par essence, elle ne saurait périr.

D'accord avec la science, la foi chrétienne nous dit que l'âme revit, après la mort de l'homme, dans une éternité bienheureuse, et qu'elle recommence une carrière nouvelle, au milieu d'autres sphères perdues dans l'infini des cieux. La mort n'est donc pas la fin de l'homme, mais sa transfiguration, et le signal de son entrée dans les célestes espaces. La tombe est le berceau d'une seconde vie.

FIN.

TABLE DES CHAPITRES

AVANT-PROPOS..... 13

I

COMMENT ON DIGÈRE.

OPÉRATION PRÉLIMINAIRE DE LA DIGESTION, OU PRÉHENSION DES ALIMENTS. — Préhension des aliments solides (main seule ou armée d'un instrument spécial : bâtonnet, fourchette). — Préhension des aliments liquides (action de boire à la régalade, action de sabler, action de laper, action de humer, aspiration). — PREMIER ACTE DE LA DIGESTION, OU DIGESTION BUCCALE. — 1° Mastication : rôle de la langue, des lèvres et des joues. — Rôle des mâchoires. — Les dents (incisives, canines, molaires). — Composition d'une dent : ivoire, cément, pulpe dentaire. — La dentition dans l'enfance. — Les dents de lait. — La carie des dents. — Ce que c'est que la cautérisation des dents. — Duverney et Louis XIV. — Un cours d'anatomie à la cour du grand roi. — Les mouvements de la mâchoire inférieure pendant la mastication. — Puissances musculaires qui concourent à la mastication. — L'insalivation. — Mucus buccal. — Salive. — Usages mécaniques de la salive, au double point de vue de la mastication et de la déglutition. — Son rôle chimique (saccharification des fécules). — Histoire de la découverte des glandes salivaires. — Warthon. — Sténon. — Un anatomiste sacré evêque par le pape Innocent XI. — DEUXIÈME ACTE DE LA DIGESTION, OU DÉGLUTITION. — 1er temps, ou transport de l'aliment au niveau des piliers antérieurs du voile du palais, par la pointe de la langue recourbée en haut. — 2e temps, ou traversée pharyngienne. — Manière dont est évitée l'entrée de l'aliment dans les voies pulmonaires et comment est empêché son retour à la bouche. — Rôle de l'épiglotte pendant la déglutition. — Sensibilité de la muqueuse laryngée et toux qui en résulte. — Arrivée du bol alimentaire à l'estomac. — TROISIÈME ACTE DE LA DIGESTION, OU DIGESTION STOMACALE. — Nature des modifications que l'aliment subit dans l'estomac (chymification). — Mouvements de l'estomac (péristaltiques et antipéristaltiques), leur rôle. — Le suc gastrique. — Preuves qu'il est l'agent dissolvant de l'aliment. — Connaissances des anciens sur la digestion. — Théorie d'Hippocrate et d'Érasistrate : coction ou trituration. — Expériences de l'Académie del Cimento. — Expériences de Réaumur. — Spallanzani aborde l'étude de la digestion et découvre le suc gastrique. — Les fistules gastriques observées chez l'homme et leur utilisation pour l'étude du suc gastrique. — Le Canadien de Beaumont. — Opérations de gastrotomie faites de nos jours. — L'homme à la fourchette. — L'opéré de M. Verneuil. — Les digestions artificielles. — Manière de se procurer le suc gastrique. — Les fistules gastriques

chez le chien. — Explication de l'immunité dont jouit l'estomac relativement au suc gastrique. — Durée moyenne de la digestion d'un repas. — Tableaux de la digestibilité des aliments d'après Beaumont, Lallemand et Longet. — Expériences de M. Ch. Richet avec le suc gastrique de l'opéré de M. Verneuil. — Rapide digestion du lait. — Influences diverses auxquelles est soumise la digestion stomacle. — Le vomissement, puissances qui concourent à son accomplissement. — QUATRIÈME ACTE DE LA DIGESTION, OU DIGESTION DANS L'INTESTIN GRÊLE. — Mouvements de cet intestin (péristaltique et antipéristaltique). — Liquides contenus dans l'intestin grêle. — La bile. — Son rôle dans la digestion. — Émulsion des corps gras. — Le suc pancréatique et les canaux qui le déversent dans l'intestin. — Histoire de la découverte du canal de Wirsung. — Le pancréas, son rôle dans la digestion : émulsion des corps gras et saccharification des fécules. — Rôle des veines et des vaisseaux chylifères dans l'absorption. — Le suc intestinal. — Absorption du chyle, c'est-à-dire des principes assimilables des aliments et arrivée du résidu alimentaire dans le gros intestin. — Histoire de la découverte des vaisseaux chylifères. — Aselli. — Pecquet, etc. — CINQUIÈME ACTE DE LA DIGESTION, OU DIGESTION DANS LE GROS INTESTIN. — Absorption des dernières parties assimilables du chyme. — Les gaz intestinaux, leur rôle mécanique. — La valvule iléo-cœcale s'opposant à la rétrogradation du contenu de l'intestin. — Mouvement péristaltique du gros intestin amenant ces matières à la partie inférieure du tube digestif.

LA DIGESTION DES BOISSONS. — Les boissons sont absorbées par les veines et les chylifères de l'estomac, par les veines hépatiques et intestinales, et déversées dans la veine porte et le foie. — La prétendue fonction glycogénique du foie. — Le foie sécrète de la bile et non du sucre. — Le *glycogène* de Claude Bernard n'est que de la dextrine provenant de l'alimentation féculente. — Expériences de l'auteur démontrant que le foie n'a point la propriété de sécréter du sucre.. 15

II

COMMENT S'OPÈRE LA NUTRITION.

Les organes de l'absorption nutritive : les vaisseaux lymphatiques et les vaisseaux chylifères. — Histoire de la découverte des vaisseaux lymphatiques et chylifères. — Hippocrate constate le fait de l'absorption par les veines de l'estomac. — Érasistrate aperçoit les vaisseaux chylifères de l'intestin. — Les médecins arabes, au moyen âge, connaissent le fait de l'absorption par la peau. — Eustachi, en 1563, découvre le canal thoracique (veine blanche du thorax), mais il méconnaît les vaisseaux aboutissant à ce canal. — En 1622, Aselli découvre sur un chien en état de digestion les *vaisseaux blancs* ou vaisseaux chylifères. — Euréka! — Jean Pecquet, en 1648, découvre le réservoir du canal thoracique. — Découvertes complémentaires des précédentes, faites au XVIIe siècle. — Magendie démontre, dans notre siècle, les propriétés absorbantes des veines. — Rôle respectif des veines et des vaisseaux lymphatiques dans l'absorption. — Les théories de l'absorption. — La capillarité. — L'imbibition. — Théorie de Dutrochet, l'*endosmose* et l'*exosmose*. — L'endosmomètre de Dutrochet. — Théorie moderne : les corps *colloïdes* et les corps *non colloïdes*.—Insuffisance des théories modernes concernant l'absorption. — L'absorption est un phénomène vital, un des caractères de la vie. — Propriétés physiques et chimiques de la lymphe et du chyle. — Le chyle et la lymphe vus au microscope. — Les globules de la lymphe et du chyle. — Composition chimique de la lymphe et du chyle..... 141

III

COMMENT CIRCULE LE SANG.

ÉTUDE DU SANG CHEZ L'HOMME AU POINT DE VUE PHYSIQUE, CHIMIQUE ET PHYSIOLOGIQUE. — Ce que c'est que le sang. — Constitution physique du sang chez l'homme. — Le caillot et le sérum. — Mécanisme physique de la coagulation du sang : la fibrine, en se séparant du sang tiré hors des vaisseaux, enserre les globules, comme dans les mailles d'un filet, et forme le caillot ; le sérum surnage, tenant en dissolution les matières solubles. — Composition chimique du caillot : fibrine et globules. — Étude physique, chimique et microscopique des globules du sang chez l'homme. — Les globules rouges et les globules blancs. — Dimension et aspect de ces globules au microscope. — La matière colorante du sang, sa composition et ses propriétés. — Les cristaux de la matière colorante du sang. — Quelles sont les fonctions physiologiques des globules du sang? Ils absorbent l'oxygène de l'air et vont le porter dans l'intimité des tissus. — Le globule blanc est identique au globulin du chyle. — Le sang de l'homme contient du fer. — On pourrait frapper des médailles à l'effigie des grands hommes avec le fer retiré de leur sang. — Le sang d'Orfila. — Composition chimique du sérum. — Le sang tient des gaz en dissolution. — Manière d'extraire les gaz du sang. — Action des différents réactifs sur le sang humain. — Réactifs liquides acides et alcalins. — Réactifs gazeux. — Action de l'eau pure sur le sang : l'eau détruit les globules rouges. — Action des sels neutres : ils conservent les globules rouges. — L'analyse du sang : méthode de M. Dumas. — Le sang d'un gentilhomme est-il plus pur que celui d'un roturier ? — Anecdote du baron prussien et de son cocher, racontée par Klaproth. — Quantité totale de sang existant dans l'organisme humain. — Recherches de Welcker, de Weber et Lehman, de Vierordt, de Krause. — La quantité de sang contenue dans le corps humain est le huitième du poids du corps.

LA CIRCULATION DU SANG. — Description du cœur. — Le cœur droit et le cœur gauche. — Les oreillettes et les ventricules du cœur. — Les valvules de séparation. — Trajet du sang de l'oreillette droite et de l'artère pulmonaire aux poumons. — Retour du sang par les veines pulmonaires à l'oreillette gauche, ou *petite circulation*. — Circulation du sang de l'oreillette gauche et de l'aorte dans tout le réseau artériel, et retour du sang par les veines dans l'oreillette droite, ou *grande circulation*. — Les mouvements du cœur, *diastole* et *systole*. — Quelle est la cause des battements du cœur? — Ordre dans lequel s'effectuent la dilatation et la contraction alternatives des quatre cavités du cœur. — Quelle est la force mécanique que développe le cœur en se contractant? — Singulières divergences des expérimentateurs quant à cette évaluation. — Description de l'hémodynamomètre de Hales, reproduit par Poiseuille. — Circonstances particulières qui accompagnent les mouvements ou battements du cœur. — Le cœur se raccourcit pendant la *systole*. — La pointe du cœur vient frapper, à chaque contraction, les parois internes de la poitrine, en se portant en haut et en avant. — Les bruits du cœur. — Application à la médecine de la perception de ces bruits. — Ce que c'est qu'une artère. — Une artère se compose de trois tuniques : élastique, cellulaire et séreuse. — Causes de la progression du sang dans les artères. — Qu'est-ce que le *réseau capillaire?* — Causes de la circulation du sang dans les capillaires. — Qu'est-ce qu'une veine? — Lenteur de la marche du sang dans les veines. — Les valvules des veines aux membres inférieurs. — Causes de la progression du sang dans les veines. — Un beau spectacle naturel, ou la circulation générale du sang observée chez un animal vivant. — Ce que c'est que le pouls. — L'artère radiale choisie pour percevoir les pulsations du sang. — Ce que c'est que la saignée. — Pourquoi la saignée se pratique sur les veines et non sur les artères. — La saignée du bras. — La saignée du pied. — Le *sphygmomètre*.

HISTOIRE DE LA DÉCOUVERTE DE LA CIRCULATION DU SANG. — Erreur d'Hippocrate.

— Galien décrit et étudie les artères, mais il croit que les artères ne contiennent que de l'air. — Erreur de Galien quant à la communication entre le ventricule droit et le ventricule gauche du cœur. — André Vésale démontre, au XVIe siècle, l'erreur anatomique de Galien concernant la prétendue perforation de la cloison interventriculaire du cœur. — Cette observation anatomique d'André Vésale est le signal des découvertes concernant la circulation du sang. — Michel Servet décrit le premier, dans un ouvrage de polémique religieuse, le cours du sang du cœur droit aux poumons, ou la *petite circulation*. — Vie et travaux de Michel Servet. — Michel Servet brûlé à Genève, en 1553. — Realdo Colombo décrit, après Michel Servet, le mécanisme de la circulation du cœur aux poumons. — Césalpin donne le même exposé. — Découverte des valvules des veines des membres inférieurs par Fabrice d'Aquapendente. — Guillaume Harvey aborde en Angleterre l'étude approfondie de la circulation du sang. — Expériences par lesquelles Guillaume Harvey réussit à montrer de la façon la plus éclatante le phénomène général de la circulation du sang chez l'homme et les animaux. — Accueil fait à la découverte de Harvey. — Opposition de Riolan et d'autres anatomistes. — Diatribes de Guy Patin à propos de la circulation du sang. — Molière a dépeint Guy Patin sous les traits de Diafoirus, dans le *Malade imaginaire*..... 161

IV

COMMENT ON RESPIRE.

Objet de la respiration. — Mettre le sang veineux en contact avec l'air atmosphérique, pour le purifier, le révivifier et le changer en sang artériel. — Coup d'œil sur les dispositions organiques qui concourent à l'exercice de la respiration dans la série animale. — Organes de la respiration chez les zoophytes, les mollusques, les insectes, les poissons et les oiseaux. — Organes de la respiration chez l'homme : trachée-artère, bronches et poumons.

Phénomènes mécaniques de la respiration. — L'inspiration et l'expiration. — Agrandissement et resserrement de la poitrine par les muscles du thorax. — Action des côtes, du sternum, du diaphragme, etc. — Mécanisme de l'inspiration ordinaire, de la grande inspiration et de l'inspiration forcée. — Les poumons sont actifs dans l'inspiration et passifs dans l'expiration. — La respiration diaphragmatique et la respiration claviculaire. — L'expiration ordinaire, la grande expiration et l'expiration forcée. — Variation du nombre des mouvements respiratoires dans l'enfance, dans l'âge adulte et dans la vieillesse. — Les bruits respiratoires dans l'état de santé et de maladie. — Actes physiologiques qui se rattachent aux mouvements respiratoires : olfaction, soupir, pleurs, bâillement, éternuement, toux, rire, hoquet, sanglot.

Phénomènes chimiques de la respiration. — Ils consistent dans l'absorption d'une petite quantité d'oxygène de l'air et dans l'exhalation d'une quantité à peu près égale de gaz acide carbonique. — L'air qui sort des poumons est chargé de gaz acide carbonique. — La production du gaz acide carbonique par la respiration est un phénomène général dans la série animale, et les plantes le présentent dans certaines conditions. — Histoire de la découverte de la théorie chimique de la respiration. — Cette découverte est due à Lavoisier. — Graves modifications et compléments apportés, dans notre siècle, à la théorie de Lavoisier. — Objections de Lagrange et Hassenfratz. — Expériences de Spallanzani et de William Edwards. — Les phénomènes chimiques de la respiration ne se passent pas dans le poumon comme l'avait dit Lavoisier, mais dans l'intimité des tissus et dans le sang de la circulation générale. — Théorie chimique de Mitscherlich. — Effets secondaires des phénomènes chimiques de la respiration. — Absorption d'oxygène. — Y a-t-il exhalation ou absorption de gaz azote? — William Edwards concilie les opinions divergentes sur cette question.

L'ASPHYXIE. — L'asphyxie peut se produire par l'absence d'air respirable, par la respiration des gaz autres que l'oxygène, et par une pression insuffisante de l'air. — Exemples historiques des dangers du séjour dans un air altéré par la respiration. — Mort de 123 prisonniers anglais enfermés dans un cachot pendant la guerre des Indes, en 1750. — Les prisonniers autrichiens après la bataille d'Austerlitz. — Insurgés de juin 1848 morts par asphyxie dans une cave des Tuileries. — L'épidémie de fièvre typhoïde dans la garnison de Versailles. — Dangers de l'air raréfié. — Le mal des montagnes, ses effets. — Le mal des aéronautes. — Accident arrivé au physicien anglais Glaisher dans une ascension aérostatique. — Mort de Crocé-Spinelli et Sivel, le 15 avril 1875. — Nouvelle cause des troubles qui saisissent l'homme transporté dans les hautes régions de l'air : la diminution de la tension de l'oxygène. — Moyen déduit par M. Paul Bert de ses expériences pour parer aux dangers de la raréfaction de l'air dans les hautes régions de l'atmosphère. — Effets redoutables de l'oxygène condensé. — L'air condensé employé comme moyen de prévenir la putréfaction. — L'asphyxie par l'oxyde de carbone, type de l'asphyxie par les gaz délétères. — Les poisons gazeux : hydrogène sulfuré et hydrogène arsénié..... 231

V

D'OU VIENT LA CHALEUR DE NOTRE CORPS?

Une image parlante. — Persistance extraordinaire de la température du corps humain dans les pays chauds et dans les pays froids. — L'homme a la faculté de résister à de prodigieuses variations de température. — Idées des anciens philosophes sur la chaleur naturelle de l'homme. — Une métaphore poétique passe à l'état de théorie physiologique. — Doctrine de la *chaleur innée* admise par Hippocrate, Aristote, Galien et les médecins de l'antiquité. — Persistance de cette théorie jusqu'au dix-huitième siècle. — Lavoisier crée la théorie chimique de la chaleur animale. Impression profonde produite par la théorie de Lavoisier. — Objections à cette théorie. — Lagrange et Hassenfratz, Spallanzani, William Edwards, combattent cette théorie. — Recherches de Dulong et Despretz. — Le calorimètre de Dulong et Despretz. — Recherches de Victor Regnault sur la même question. — Objections à la théorie chimique. — Brodie et Chossat mettent en avant le système nerveux comme cause de la chaleur animale. — Notre théorie : « La chaleur animale est le résultat du calorique dégagé par les diverses réactions chimiques qui s'effectuent dans la respiration, la digestion, l'assimilation, les sécrétions ; le tout s'exécutant sous l'influence du système nerveux. » — Réponse aux objections que l'on peut élever contre cette théorie. — Études des principaux faits qui se rapportent à la chaleur naturelle du corps humain. — Quelle est la température la plus élevée que l'homme puisse supporter? — Les servantes du four banal de Larochefoucauld. — Expériences de Tillet sur les animaux en 1760. — Expériences faites par les physiologistes anglais sur la température que l'homme peut supporter dans des étuves sèches ou humides. — L'évaporation de la sueur explique la résistance aux températures élevées. — Remarques de Benjamin Franklin en 1758. — Opinion de Changeux. — Expériences de Delaroche et Berger en 1806, démontrant que l'évaporation de la sueur est la cause de la résistance de l'homme aux températures élevées. — Quelles sont les limites de la résistance de l'homme à l'abaissement de température? — Faits constatés par les voyageurs dans les régions polaires arctiques. — Expériences du chirurgien Currie pour déterminer les limites de l'abaissement de température que l'homme puisse supporter. — Variations de la température de notre corps suivant les régions et les organes. — Abaissement graduel de la température à mesure que l'on s'éloigne du cœur. — Variation de la chaleur du corps humain selon le régime,

l'âge, l'état de santé ou de maladie. — Quantités de chaleur dégagées par le corps humain dans l'intervalle de vingt-quatre heures. — A quoi sert la chaleur de notre corps? — Elle se convertit en mouvement, elle est l'agent de la contraction musculaire. — Curieuses observations du docteur Lortet dans son ascension du Mont-Blanc, en 1869. — La force musculaire est de la chaleur transformée. — Le système musculaire est un producteur de force plus économique que la machine à vapeur. — Le soleil est, en définitive, la cause première de la chaleur animale. — La science moderne renouvelle les idées de l'antiquité sur l'identité d'origine de la vie et de la chaleur..... 281

VI

D'OU VIENT LA PENSÉE?

Le système nerveux est l'instrument de l'âme humaine. — Le tissu nerveux comprend l'encéphale, les nerfs et la moelle épinière. — Constitution anatomique du tissu nerveux : tubes nerveux et cellules nerveuses. — Examen des théories émises pour expliquer la nature de l'agent nerveux. — Les ondulations nerveuses. — La théorie électro-vitale. — Galvani, en 1786, découvre le phénomène de la contraction des muscles de la grenouille par le contact d'un arc métallique double, et fonde sur cette observation la théorie qui assimile l'agent nerveux à l'électricité. — Accueil favorable fait à cette théorie. — Les poissons électriques. — Objections à la théorie électro-vitale résultant d'expériences faites par des physiologistes modernes. — La théorie qui identifiait l'agent nerveux à l'électricité est aujourd'hui abandonnée. — La nature de l'agent nerveux est un problème insoluble. — Division du système nerveux en deux groupes : 1° l'*encéphale et les nerfs qui en dépendent :* 2° la *moelle épinière et les nerfs qui en dépendent.*

L'ENCÉPHALE. — Description anatomique du cerveau humain. — L'encéphale. — L'encéphale, organe de l'intelligence. — Faits qui démontrent cette proposition. — La fatigue du travail intellectuel est ressentie par le cerveau. — Dans l'enfance, où la masse encéphalique est molle et sans consistance, les idées sont rudimentaires. — Les maladies du cerveau amènent des désordres intellectuels. — Le développement de l'intelligence est en rapport avec le développement du cerveau. — Mesure des dimensions de la tête chez les savants et chez les individus illettrés. — Le crâne de l'idiot. — Ce que c'est que l'angle facial, manière de le déterminer. — Le volume et la forme du crâne servant à distinguer les races humaines. — Les races dolichocéphales et les races brachycéphales. — Ce que c'est que le prognathisme et l'orthognathisme. — Le poids du cerveau peut-il être considéré comme le signe de la valeur intellectuelle? — Les cerveaux de Cromwell, de lord Byron, de Cuvier, de Dupuytren, de Napoléon Ier. — Poids comparé du cerveau de l'homme et de la femme. — Remarques de Gratiolet sur les circonvolutions cérébrales. — Peut-on localiser les facultés et les instincts de l'homme dans certaines portions de l'encéphale? — Discussion critique des faits mis en avant par les auteurs, concernant la localisation cérébrale. — La localisation des facultés intellectuelles dans les lobes antérieurs du cerveau est le seul résultat positivement acquis à la science. — L'encéphale agit-il par sa masse entière ou seulement par quelques-unes de ses parties? — La phrénologie. — Justesse du principe qui sert de base à cette conception. — Vie et travaux de Gall, créateur de la phrénologie. — Gall et Spurzheim. — La tête phrénologique d'après Spurzheim. — Travaux de Cubi i Soler. — Une tête phrénologique illustrée.

LES NERFS CRANIENS. — Action contripète de l'encéphale s'exerçant par les nerfs crâniens. — Énumération des douze paires de nerfs crâniens. — Par l'encéphale et les nerfs, c'est-à-dire par l'action *centrale* et par l'action *centripète*, l'encéphale est l'instrument de la pensée, des sensations et des sentiments moraux. — Théorie

de la formation des idées. — Théorie des facultés de l'âme. — La mémoire, lien indispensable de nos facultés. — Derrière l'organisme cérébral se trouve l'âme. — Conclusion concernant la mystérieuse essence de l'âme humaine..... 329

VII

QUELS SONT LES ORGANES DE LA SENSIBILITÉ?

La moelle épinière et les nerfs qui en dépendent. — Le canal vertébral. — Les enveloppes de la moelle épinière: *dure-mère, arachnoïde* et *pie-mère*. — Le liquide rachidien. — Le sillon médian de la moelle épinière. — Énumération des 8 paires de nerfs cervicaux, des 12 paires de nerfs dorsaux, des 5 paires de nerfs abdominaux et des 5 paires de nerfs coxygiens. — Les plexus. — Distinction des nerfs de la moelle épinière, sous le rapport de leurs fonctions physiologiques, en nerfs sensibles et en nerfs moteurs. — A l'origine des nerfs, les deux fibres sensibles et motrices sont séparées; elles se réunissent, après un court trajet, pour constituer le nerf mixte. — Arrivées à son point de terminaison, les fibres sensibles et motrices se séparent de nouveau. — Il y a dans les nerfs un courant *centripète* et un courant *centrifuge*. — Exemple de ces mouvements et des fibres conductrices de la volonté ou de la sensibilité. — Histoire de la découverte des fonctions différentes des racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens. — Boerhaave, au XVIIe siècle, de Lamarck au XVIIIe siècle, développent cette idée. — Le chirurgien anglais Ch. Bell, en 1811, démontre, par l'expérience, la différence des fonctions des racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens. — Magendie et Charles Bell. — Un physiologiste qui brûle ce qu'il avait adoré, et adore ce qu'il avait brûlé. — Flourens et Longet en France, Müller et Valentin en Allemagne, répètent les expériences de Charles Bell et de Magendie. — Expérience fondamentale qui sert aujourd'hui à démontrer le double rôle sensitif et moteur des racines nerveuses qui sortent de la moelle épinière. — Les nerfs crâniens ne font pas exception à la loi de la distinction entre les racines sensibles et les racines motrices des nerfs.

Le système du grand sympathique. — Le nerf grand sympathique préside aux fonctions inconscientes qui s'accomplissent dans la poitrine et l'abdomen et qui ont pour objet la nutrition. — Description du nerf grand sympathique et de ses plexus. — Tandis que le système nerveux cérébro-spinal anime les organes qui sont le siège de la vie extérieure et du mouvement volontaire, le système du nerf grand sympathique règle le développement et la conservation du corps. — Erreur de Bichat sur le prétendu isolement du nerf grand sympathique. — Il existe des relations anatomiques très-évidentes entre le système du nerf grand sympathique et le système nerveux cérébro-spinal. — L'unité du système nerveux n'est pas un vain mot. — Ce que c'est qu'une *action réflexe*. — L'action réflexe est la conséquence des relations qui existent entre le système du grand sympathique et le système nerveux cérébro-spinal. — Exemples divers d'action réflexe. — Une femme qui éternue 52 000 fois. — Dans les maladies, la puissance du nerf grand sympathique est particulièrement exaltée. — La nature médiatrice. — Dans l'état de maladie, les impressions du système nerveux ganglionnaire sont assez fortes pour se transmettre au cerveau. — Le sang et les nerfs; influence réciproque de l'innervation et de la circulation. — Comment et à quelle époque a commencé ce cercle d'antagonismes? — Le grand architecte du corps humain..... 391

VIII

LA VUE, L'OUÏE, L'ODORAT, LE GOUT ET LE TACT.

LA VUE. — Les moyens de protection et de défense du globe de l'œil. — Les sourcils. — Les paupières. — Les voies lacrymales. — Rôle des paupières comme moyen de protection de l'œil. — Maladies résultant de l'ablation partielle des paupières. — Régulus chez les Carthaginois. — Les glandes lacrymales. — Le canal lacrymal. — Voie d'écoulement des larmes. — La fistule lacrymale et l'opération qui la guérit. — Les glandes de Meibomius et la chassie des paupières. — Composition anatomique du globe de l'œil. — La sclérotique. — La choroïde. — La cornée transparente. — La pupille. — L'iris. — Le cristallin. — Ce que c'est que l'humeur aqueuse et l'humeur vitrée. — La rétine, qui tapisse le fond du globe de l'œil, est l'épanouissement du nerf optique. — Mécanisme physique de la vision. — Analyse de la marche des rayons lumineux dans les différents milieux réfringents de l'œil. — Les objets se peignent renversés au fond de la rétine. — Expérience avec l'œil d'un bœuf montrant la réalité du renversement des objets sur la rétine. — Théories diverses données pour expliquer la vue droite des objets renversés. — Théories pour expliquer la vue simple avec les deux yeux. — Comment l'œil réalise-t-il l'*achromatisme?* — Explication de l'*accommodation* de l'œil aux distances les plus différentes. — Théorie de Helmholtz. — Ce que c'est que la myopie et le presbytisme. — Représentation par le dessin des défauts de l'œil qui constituent la myopie et le presbytisme. — Les besicles à l'usage des myopes et des presbytes. — Histoire de la découverte des besicles. — Salvino Armato, de Florence, inventeur des besicles, au quatorzième siècle. — Alexandre de Spina perfectionne les besicles. — La découverte des verres de lunettes à l'usage des myopes et des presbytes conduit à la découverte de la lunette astronomique. — Le fils de Jacques Metzu et le coq de l'église d'Alcmaer. — Différentes couleurs données autrefois aux verres des besicles. — La teinte fumée. — Altérations pathologiques de la vue. — Nyctalopie. — Héméralopie. — Amaurose. — Glaucôme. — Cataracte. — Les mouvements de l'œil et les muscles qui les produisent. — Le strabisme. — Durée des impressions lumineuses. — Le *phénakisticope* de M. Plateau.

L'AUDITION. — Les vibrations de l'air agissant sur le nerf acoustique sont la cause de la production des sons. — Description de l'oreille. — L'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. — C'est dans l'oreille moyenne et l'oreille interne que sont logés les organes de l'audition. — La trompe d'Eustache, ou le canal de communication entre l'oreille et l'arrière-gorge. — Les osselets de l'ouïe. — Le labyrinthe et les canaux demi-circulaires. — Le *liquide de Cotugno* et l'épanouissement du nerf acoustique. — Exposé des différentes théories physiologiques de l'audition. — Idées de Blainville, de Dugès et de Breschet. — Théorie de M. Helmholtz. — Incertitude de la science touchant la véritable théorie de l'audition. — Les corps solides de la face et du crâne prennent-ils part aux vibrations sonores? — Rôle des deux oreilles dans l'audition. — Comment peut-on percevoir simultanément une grande quantité de sons? — Comparaison des deux sens de la vue et de l'ouïe. — Le sourd de naissance et le muet de naissance. — Cause de la surdimutité. — L'ouïe est le sens de la nuit.

L'ODORAT. — Description anatomique du nez. — La membrane pituitaire. — Les fosses nasales. — Distribution du nerf olfactif dans les fosses nasales. — Le sens de l'odorat inférieur, chez l'homme, à ce sens considéré chez les animaux. — La classification des odeurs n'est pas possible. — Le système nerveux est impressionné très-différemment chez les individus. — Curieux exemples historiques de ce fait. — La forme du nez est un caractère physionognomique, tant pour les nations que pour les caractères individuels. — Lavater et son ouvrage sur la *Physiognomonie.*

Le goût. — Structure anatomique de la langue. — La membrane muqueuse linguale et les *papilles linguales*. — Le nerf lingual et le nerf glosso-pharyngien. — Le siège du goût paraît résider surtout à la base de la langue et dans une partie de l'arrière-gorge. — Quantité de matière nécessaire pour impressionner l'organe du goût. — On ne sait rien sur la cause des saveurs, la sensation du goût étant constamment mêlée à celle de l'odorat. — Manière d'avaler impunément les breuvages désagréables. — Les antipathies du goût. — Nécessité de s'habituer de bonne heure à triompher de la répugnance et des préjugés concernant les substances alimentaires. — La viande de cheval. — Classification des saveurs. — Le sens du goût aux différents âges. — Le sens du goût décelant les substances vénéneuses. — Le goût est le sens des nations civilisées.

Le tact. — Le tact s'exerce par tous les points de la surface de la peau. — Structure anatomique de la peau : épiderme et derme. — Les *corpuscules du tact*. — Difficulté d'expliquer la sensation du tact. — Chez l'homme, la main est l'organe spécial du tact, mais les autres parties du corps peuvent, au besoin, la remplacer. — Idées des anciens sur la main. — Aristote et Galien. — Description de la main et analyse de cet organe par Galien, dans son ouvrage *De usu partium*. — Un mot sur Galien. — Les philosophes et encyclopédistes de dix-huitième siècle, Helvétius et Buffon, ont exagéré l'importance de la main et du toucher, comme origine de l'intelligence. — L'intelligence de l'homme n'est point la conséquence de la perfection de sa main..... 419

IX

COMMENT S'EXÉCUTENT NOS MOUVEMENTS?

Les os. — Un os est composé de matière organique, unie à du phosphate et à du carbonate de chaux. — Une expérience de chimie démontrant la composition des os. — Ce que c'est que le *noir animal* de l'industrie. — Le squelette humain est l'assemblage des os. — Division du squelette en trois cavités : le crâne, la poitrine et le bassin. — Division de la partie du squelette qui se rapporte aux mouvements en deux parties : le tronc et les membres. — La colonne vertébrale, sa composition. — Les cartilages intervertébraux. — Raccourcissement de la taille de l'homme par l'exercice ou la fatigue produisant un affaissement des cartilages intervertébraux. — Le sacrum et le bassin. — L'omoplate et les membres supérieurs : l'humérus, le radius et le cubitus. — Le poignet et la main. — Les membres inférieurs : le fémur, la rotule, le tibia et le péroné, le tarse, le métatarse et les orteils. — Proportions des différentes parties de la charpente osseuse. — Le *corps a huit têtes*. — Différence du squelette de l'homme et de celui de la femme. — Composition anatomique et histologique du tissu osseux. — Les os longs, les os larges et les os courts. — Développement des os et leur degré de consistance selon les âges. — Le périoste et ses usages. — Application à la chirurgie conservatrice de la découverte de Flourens concernant la régénération du tissu osseux par le périoste.

Les articulations. — Les articulations mobiles et les articulations immobiles. — Les ligaments et les capsules articulaires. — Types des différents modes d'articulations.

Les muscles. — Les muscles sont ce que l'on nomme la *chair* dans le langage vulgaire. — Composition du tissu musculaire. — Les muscles se terminent par des tendons ou des aponévroses. — C'est le système nerveux qui provoque la contraction musculaire. — Le courant électrique peut remplacer l'influx nerveux comme excitant de la contraction musculaire, mais seulement jusqu'au moment où commence la rigidité cadavérique. — La contraction musculaire ne reconnaît point pour cause l'électricité. — La *crampe* est le résultat de la contraction involontaire des muscles. — Les tendons. — Les aponévroses. — Énumération des

muscles du corps humain, d'après la figurine de l'*Écorché de Caudron*. — Propriétés générales des muscles; leur développement suivant les âges. — Influence de l'exercice sur le développement musculaire. — La *gymnastique obligatoire*. — Histoire des théories ayant pour but d'expliquer le mécanisme des contractions musculaires. — Haller et sa théorie de l'*irritabilité*. — Expériences de Haller sur l'irritabilité. — Le laboratoire de Haller à Berne. — La théorie de l'*irritabilité* de Haller se réduit à mettre un mot à la place d'une explication. — Théorie de Bichat : *propriétés vitales* des tissus. — Théorie de Prévost et Dumas admettant l'existence d'un courant électrique dans les nerfs. — Un chapitre du roman de la médecine. — Théories modernes, peu satisfaisantes pour l'explication de la contraction musculaire.

Les mouvements. — Étude de la station verticale. — La station debout, à genoux et assise. — Mécanisme physiologique de la marche. — La course. — Vitesse de la course. — Le saut. — L'action de grimper. — La natation. — Borelli, au XVIIe siècle, est l'auteur des premiers et des plus remarquables travaux sur le mécanisme des mouvements chez l'homme. — Vie de Borelli. — Son traité *De motu animalium*. — Ce que c'est que l'*effort* au point de vue physiologique. — Puissances anatomiques qui concourent à la production de l'*effort*..... 509

X

COMMENT SE PRODUIT LA VOIX?

La voix consiste dans la production des sons, et le son résulte des vibrations rapides et régulières de certains corps. — La *hauteur*, l'*intensité* et le *timbre des sons*. — Quelques principes d'acoustique. — L'appareil vocal chez l'homme. — Description du larnyx : cartilages, muscles, épiglotte, glotte, cordes vocales ou *rubans vocaux*, ventricule de la glotte. — Le *laryngoscope*, histoire de la découverte de cet instrument. — Le chanteur Manuel Garcia, le docteur Segond, le docteur Türck et le docteur Czermak. — Coupe anatomique de l'arrière-gorge et du pharynx, montrant la manière dont le laryngoscope doit être placé pour éclairer l'intérieur du larynx. — Manière de faire usage du laryngoscope : mode d'éclairage, miroir frontal, miroir laryngien. — Les théories de la phonation. — Théorie ancienne assimilant les cordes vocales du larynx aux cordes du violon mises en vibration par le passage de l'air. — Théorie moderne assimilant le larynx à un instrument à vent dans lequel les cordes vocales font l'office de l'anche du hautbois ou de la clarinette. — Ce que c'est que l'anche des instruments de musique. — Preuves que le larynx humain est bien un instrument à tuyau d'anche. — Un larynx artificiel en caoutchouc. — Théorie actuelle du mécanisme de la voix chez l'homme. — L'état des cordes vocales, la longueur de la trachée, la configuration des cavités buccale et pharyngienne, modifient la force, le volume et le timbre des sons. — Il faut distinguer dans la voix le *cri*, la *parole* et le *chant*. — Le *cri* n'est, chez l'homme, que l'expression d'une impression morale, mais il a une grande signification chez les animaux. — La *parole* est la voix articulée. — C'est l'intelligence qui crée la parole. — Les sons de la parole articulée composent l'alphabet, qui varie suivant les nationalités, et produit le langage chez les différents peuples. — Origine du langage humain. — Notre alphabet : voyelles et consonnes. — Parties de l'appareil vocal qui sont en jeu dans l'émission des voyelles et des consonnes. — Mécanisme de la parole à voix basse. — Dans la parole à voix basse, le travail de la phonation se fait dans la bouche; les cordes vocales du larynx n'y prennent aucune part. — Altérations de l'appareil vocal produisant l'aphonie. — La ventriloquie, son mécanisme. — La voie modulée en sons constitue le *chant*. — Les voix d'homme se distinguent en *basse-taille*, *baryton* et *ténor*; les voix de femme en *contralto*, *mezzo-soprano* et

soprano. — La voix de chant, chez l'homme, a l'étendue de deux octaves et celle de la femme de deux octaves et demie. — Ce que c'est que la gamme on l'échelle des tons. — Pour produire les notes basses, les cordes vocales se relâchent, la glotte s'élargit et le conduit laryngien s'allonge; pour produire les notes aiguës, les cordes vocales se tendent et le conduit laryngien se raccourcit. — Qu'est-ce que la *voix de tête* ou *de fausset?* — Qu'est-ce que la *voix mixte?* — La musique instrumentale et la voix humaine..... 551

XI

QU'EST-CE QUE LE SOMMEIL?

Le sommeil est le repos du système nerveux central avec persistance de l'action du nerf grand sympathique. — Le sommeil n'est pas l'image de la mort, mais l'expression de la vie. — Une suspension périodique de l'exercice des fonctions de l'encéphale est indispensable pour la réparation de nos forces. — Pendant le sommeil, les fonctions non soumises à la volonté et qui sont sous la dépendance du nerf grand sympathique, continuent de s'exercer, et même s'exercent quelquefois avec plus d'énergie. — Phénomènes précurseurs du sommeil. — Ordre successif dans lequel les organes de l'économie sont envahis par le sommeil. — On doit dormir sur le côté droit, dans l'état de santé. — La durée moyenne du sommeil est de sept heures. — Le sommeil chez l'enfant, chez l'adulte et chez le vieillard. — Circonstances qui influent sur le sommeil. — Le sommeil provoqué par les agents anesthésiques. — Le réveil. — Phénomènes qui accompagnent le réveil. — Circonstances qui influent sur le réveil. — Qu'est-ce que le rêve? C'est un travail imparfait de l'âme, pendant lequel l'intelligence à demi maintenue, associe et combine des idées, mais sans jugement et sans suite. — Le sens intime dévoyé enfante des images bizarres. — Dans certains cas exceptionnels, l'intelligence suit, dans les rêves, un ordre logique, et l'on peut, en rêvant, accomplir des opérations d'esprit difficiles. — Exemple de ces rêves intelligents. — M. Alfred Maury donne trop d'importance à l'influence des causes agissant présentement sur le dormeur pour provoquer le genre de rêves. — Les songes prophétiques chez les anciens. — Si le rêve est poussé très-loin, et que le système musculaire continue d'obéir aux impulsions du cerveau, on a le somnambulisme naturel. — Le somnambule est un rêveur en action. — Exemples de somnambulisme. — En général, les somnambules sont maladroits et sont exposés, en cet état, à de grands dangers. — Le somnambulisme naturel peut être provoqué par des manœuvres agissant à la fois sur le physique et sur le moral, et l'on produit ainsi chez l'homme l'*état magnétique*. — Explication du magnétisme animal par l'*état hypnotique*, découvert, en 1841, par le médecin écossais Braid. — Identité de l'état magnétique et de l'état hypnotique. — Travaux de MM. Azam, Broca, Cloquet, Giraud-Teulon, Follin, établissant que l'état magnétique est identique à l'état hypnotique. — Comparaison de ces deux états. — Le phénomène des *tables tournantes* expliqué par l'hypnotisme. — Les *médiums* sont des individus en proie au somnambulisme naturel provoqué. — L'état hypnotique explique d'autres phénomènes prétendus merveilleux : les opérations chirurgicales accomplies dans l'*état mesmérique*, la catalepsie des moines du mont Athos, l'immobilité prolongée des Fakirs indiens, l'immobilité des Arabes de la tribu des Beni-Aiaoussas, etc 577

XII

QU'EST-CE QUE LA MORT?

Définition de la mort. — Trois doctrines différentes sont professées pour expliquer la nature intime de l'être humain : 1° l'*animisme de Sthal*, 2° le *vitalisme de Bichat*, 3° le *vitalisme barthézien*. — Le *matérialisme* n'est pas une doctrine scientifique. — Appréciation de l'*animisme* et rejet de ce système. — Appréciation du *vitalisme* de Bichat. — La doctrine des *propriétés vitales* de Bichat mal comprise par les physiologistes contemporains partisans de ce système. — Le système des propriétés vitales admis par Claude Bernard se réduit au *quia opium facit dormire* de Molière. — Le *vitalisme barthézien*. — Exposé de cette doctrine. — Il y a dans l'homme trois éléments : le corps, l'âme et la vie. — Distinction de ces trois éléments. — Propriétés du corps. — Caractères de la vie. — Attributs et caractère de l'âme. — Parallèle de l'âme et de la vie, d'après Barthez et Lordat. — Le *fuseau vital* et la *parabole animique* de Lordat. — Après la mort, la vie disparaît, et le corps se dissout, tandis que l'âme, impérissable et immortelle, recommence une carrière nouvelle dans l'infini des espaces célestes..... 603

TABLE DES GRAVURES

Figures.		Pages.
1.	Arcade dentaire vue par la couronne	27
2.	Coupe verticale d'une dent à trois racines	28
3.	Coupe verticale d'une dent à une seule racine	28
4.	Dents vues de profil, avec leurs vaisseaux et leurs nerfs	29
5.	Pulpe dentaire isolée, avec ses vaisseaux et ses nerfs	32
6.	DUVERNEY FAISANT UN COURS D'ANATOMIE AU DUC DE BOURGOGNE, PETIT-FILS DE LOUIS XIV	33
7.	Les dents de lait	35
8.	L'ANATOMISTE STÉNON SACRÉ, PAR LE PAPE INNOCENT XI, ÉVÊQUE DE TITIOPOLIS	43
9.	Vue des glandes salivaires, parotide, sublinguale et sous-maxillaire	46
10.	Glande salivaire, avec ses conduits excréteurs, grossis 60 fois	46
11.	Coupe de l'arrière-bouche, montrant le pharynx, l'épiglotte, l'entrée de l'œsophage et du larynx	55
12.	Estomac, paroi externe	70
13.	Tunique musculaire de l'estomac	71
14.	Estomac, paroi interne	77
15.	Glandes de l'estomac qui sécrètent le suc gastrique et leurs conduits excréteurs, vus au miscroscope	78
16.	SPALLANZANI A LA PRISE DE PAVIE, OU LE NOUVEL ARCHIMÈDE	81
17.	Portrait de Spallanzani	83
18.	Appareils qui servent à établir la fistule gastrique sur le chien	89
19.	Chien porteur d'une fistule gastrique	89
20.	Rapports de l'estomac avec le diaphragme, le foie et l'intestin	103
21.	Portrait de Magendie	105
22.	Vue générale des intestins (duodénum, intestin grêle et gros intestin)	107
23.	Portrait de Haller	109
24.	Le foie vu par la partie inférieure, et la vésicule biliaire, avec ses canaux adducteurs	114
25.	Le pancréas et ses rapports avec le foie et les autres viscères et vaisseaux de l'abdomen	118
26.	Coupe du pancréas, pour montrer le canal pancréatique	119
27.	LA VENGEANCE D'UN ANATOMISTE DALMATE, OU LE MEURTRE DE GEORGES WIRSUNG PAR CAMBIER, LE 22 AOUT 1643	121
28.	Glandes pancréatiques, vues à un grossissement de 100 diamètres	124
29.	Glandes intestinales en grappe (grossies 100 fois)	127
30.	Glandes intestinales en tube (grossies 100 fois)	127
31.	Le gros intestin vu en coupe	132
32.	Portrait de Claude Bernard	137
33.	EURÊKA, OU DÉCOUVERTE DES VAISSEAUX CHYLIFÈRES PAR ASELLI	145
34.	Portrait d'Aselli	147

Figures. Pages.
35. Le canal thoracique (vaisseaux chylifères abdominaux et dorsaux et réservoir de Pecquet) 149
36. Ensemble des vaisseaux chylifères sur le péritoine et l'intestin..... 151
37. Endosmomètre..... 153
38. Valvules des vaisseaux lymphatiques..... 156
39. Un ganglion des vaisseaux lymphatiques, grossi 156
40. Réseau des vaisseaux lymphatiques vus au microscope, laissant voir les globules de la lymphe et du chyle grossis 300 fois 159
41. Sang coagulé..... 164
42. Les globules rouges et les globules blancs du sang, grossis 600 fois 167
43. La matière colorante du sang de l'homme cristalisée (hémoglobine) 170
44. Portrait d'Ortila..... 173
45. Portrait de J. B. Dumas 177
46. Cœur vu à l'extérieur..... 182
47. Cœur vu à l'intérieur..... 183
48. Appareil pour mesurer la force d'impulsion du sang dans les artères ou hémo-dynanomètre de Poiseuille 191
49. Une artère 197
50. Réseau capillaire vu au microscope, avec un grossissement de 100 diamètres..... 199
51. Valvules des veines 202
52. Vue, au microscope, du sang en état de circulation, laissant apercevoir les globules sanguins..... 205
53. Portrait d'André Vésale..... 213
54. Portrait de Michel Servet 215
55. Supplice de Michel Servet, brulé vif a Genève le 27 octobre 1553.... 217
56. Portrait de Fabrice d'Aquapendente..... 223
57. Harvey montrant a Charles Ier et aux médecins du Collège royal de Londres le phénomène de la circulation du sang, sur une biche vivante..... 225
58. Portrait de Guillaume Harvey..... 229
59. Le larynx, la trachée-artère et les bronches..... 234
60. Coupe montrant les ramifications des bronches dans les poumons..... 235
61. Rapport des poumons avec le diaphragme, les côtes, le cœur et les gros vaisseaux afférents au cœur..... 237
62. Un lobule pulmonaire..... 238
63. Preuve de l'existence du gaz acide carbonique dans les gaz qui sortent des poumons par l'expiration 247
64. Portrait de Lavoisier 251
65. Les prisonniers anglais dans la guerre des Indes, en 1750..... 261
66. Le passage d'un pont de glace, dans une ascension au Mont-Blanc... 267
67. Accident arrivé a MM. Glaisher et Coxwel, dans leur ascension aérostatique du 17 juillet 1862..... 275
68. La catastrophe du *Zénith*, le 15 avril 1875..... 277
69. Portrait d'Aristote..... 285
70. Calorimètre à eau de Dulong et Despretz 289
71. Coupe (agrandie) de l'intérieur du calorimètre contenant l'animal mis en expérience 289
72. Portrait de Victor Regnault..... 293
73. Portrait de Franklin..... 303
74. La retraite de Russie..... 309
75. Un naufrage en 1792..... 312
76. Accoutrement des deux lieutenants autrichiens Payer et Weyprecht, dans leur voyage de découvertes au pole nord en 1874..... 313
77. Ascension du Mont-Blanc..... 321

Figures. Pages.
78. Le docteur Lortet observant les effets de l'ascension des montagnes sur la température du corps humain 323
79. Nerf, vu de grandeur naturelle 332
80. Tubes nerveux et cellules nerveuses 333
81. Portrait de Galvani 337
82. Découverte de l'électricité animale par Galvani, le 20 septembre 1786 339
83. Encéphale vu par sa face supérieure 346
84. Encéphale vu par sa face inférieure 347
85. Encéphale vu de profil 348
86. Coupe verticale de l'encéphale sur la ligne médiane 349
87. Encéphale vu en coupe horizontale et en dessus 351
88. Coupe du cervelet 354
89. Têtes d'imbéciles dessinées dans les hospices d'Amsterdam et d'Édimbourg 360
90. L'angle facial sur une tête d'Européen de race caucasique et sur une tête de nègre 363
91. Portrait de Gall 371
92. Gall conçoit la première idée de son système de phrénologie a l'école de Tiffenbronn 373
93. Tête phrénologique représentant la localisation des facultés, d'après Spurzheim 376
94. Tête phrénologique représentant la localisation des facultés, d'après Cubi i Soler 378
95. Tête phrénologique illustrée 379
96. Les souvenirs du duc de Marlborough 387
97. Coupe de la moelle épinière 393
98. Coupe verticale du canal cérébral 394
99. Moelle épinière extraite du canal vertébral 394
100. Ensemble du système nerveux central et périphérique (nerfs rachidiens et craniens) 395
101. Portrait de Charles Bell 401
102. Portrait de Longet 405
103. Schéma du nerf grand sympathique 407
104. Distribution du nerf grand sympathique, de ses ganglions et de ses plexus 409
105. Portrait de Bichat 411
106. L'œil et la caroncule lacrymale 424
107. Coupe des os de la face, montrant le canal lacrymal et les fosses nasales 425
108. Coupe verticale du globe oculaire 429
109. Phénomène physique de la vision 433
110. Effet de la chambre obscure des physiciens : image renversée d'un paysage 435
111. Renversement de l'image d'un objet, manifesté sur la rétine de l'œil d'un bœuf 436
112 Effet de renversement de l'image d'un objet extérieur au fond de l'œil .. 437
113. Situation de l'image formée dans l'œil normal 442
114. Situation de l'image formée dans l'œil myope 442
115. Situation de l'image formée dans l'œil presbyte 442
116. Effet du verre de lunette biconcave à l'usage des myopes 444
117. Effet du verre de la lunette biconvexe à l'usage des presbytes 444
118. Tombeau de Salvino Armato à Florence 447
119. Le fils de Jacob Metzu découvre par hasard la manière de construire la lunette astronomique 449
120. Portrait de Galilée 453

Figures. Pages.
121. Les muscles de l'œil.... 457
122. Le phénakisticope.... 459
123. L'oreille externe et l'oreille moyenne, vues en coupe.... 463
124. Osselets de l'ouïe vus dans leurs rapports naturels.... 465
125. Coupe de l'oreille interne.... 467
126. MILTON OU LE POÈTE AVEUGLE.... 475
127. Coupe verticale des fosses nasales.... 478
128 LE MARÉCHAL D'ALERET TOMBE EN DÉFAILLANCE A LA VUE D'UN COCHON DE LAIT.... 485
129. Portrait de Lavater.... 491
130. Coupe de la langue, avec les nerfs qui s'y distribuent.... 493
131. Coupe de la peau, vue au microscope.... 500
132. GALIEN SOIGNANT LES GLADIATEURS BLESSÉS, DANS LE COLYSÉE DE PERGAME. 503
133. Traitement d'un os par l'acide chlorhydrique.... 511
134. Tissu osseux vu à l'œil nu.... 516
135. Coupe d'un *canalicule osseux* vu au microscope.... 516
136. *Canalicule osseux* vu à un plus fort grossissement.... 516
137. Coupe du canal médullaire d'un os long.... 517
138. Le pariétal (os large).... 517
139. Les trois phalanges du doigt (os longs).... 517
140. Portrait de Flourens.... 519
141. Articulation du coude.... 521
142. Articulation du genou (coupe verticale).... 522
143. Ligaments de l'articulation du genou.... 522
144. Articulation de la hanche.... 523
145. Phénomène de la contraction musculaire.... 524
146 Fibrille musculaire.... 525
147. Fibrille musculaire.... 525
148. Muscle biceps brachial.... 526
149. Tendon d'Achille.... 529
150. Aponévrose de la jambe.... 530
151. L'écorché de Caudron.... 532
152. L'écorché de Caudron.... 533
153. L'écorché de Caudron.... 534
154. L'écorché de Caudron.... 535
155. LE LABORATOIRE DE HALLER, A BERNE.... 539
156. Portrait de Borelli.... 547
157. Le larynx vu par sa face antérieure.... 555
158. Le larynx vu par sa face latérale.... 555
159. Larynx, vu à l'intérieur.... 556
160 Miroir du laryngoscope.... 558
161. Coupe de l'arrière-gorge et du pharynx montrant la manière de placer le miroir du laryngoscope.... 558
162. Examen au laryngoscope de l'arrière-gorge et du larynx.... 561
163. Diagramme de la figure précédente.... 562
164. Glotte.... 566
165. Glotte et cordes vocales.... 575
166. Portrait de Lordat.... 611

21 235. — PARIS, TYPOGRAPHIE LAHURE
Rue de Fleurus, 9.

La Bibliothèque
Université d'Ottawa
Echéance

The Library
University of Ottawa
Date Due

MAR 31 '81		
APR 10 '81		

CE

a39003 007095085b